

537, 167

01 JUN 2005

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19)世界知的所有権機関  
国際事務局(43)国際公開日  
2004年9月16日 (16.09.2004)

PCT

(10)国際公開番号  
WO 2004/079177 A1

(51)国際特許分類7: F02F 1/00, 3/00, 5/00, F16J 1/00, 9/00

(21)国際出願番号: PCT/JP2004/002536

(22)国際出願日: 2004年3月2日 (02.03.2004)

(25)国際出願の言語: 日本語

(26)国際公開の言語: 日本語

(30)優先権データ:  
特願2003-055218 2003年3月3日 (03.03.2003) JP  
特願2003-283248 2003年7月30日 (30.07.2003) JP

(71)出願人(米国を除く全ての指定国について): 坂東機工株式会社 (BANDO KIKO CO., LTD.) [JP/JP]; 〒7700871 徳島県徳島市金沢2丁目4番60号 Tokushima (JP).

(72)発明者: および

(75)発明者/出願人(米国についてのみ): 坂東 茂 (BANDO, Shigeru) [JP/JP]; 〒7700862 徳島県徳島市城東町1丁目2番38号 Tokushima (JP).

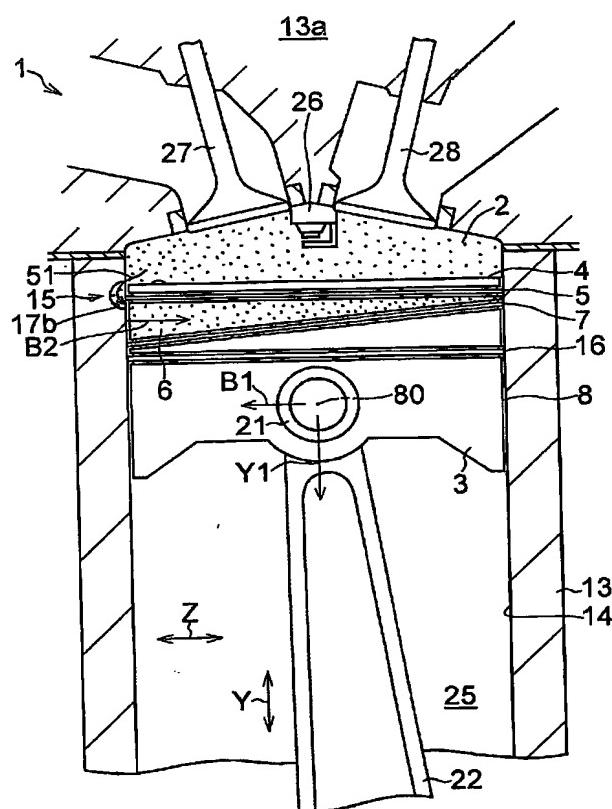
(74)代理人: 高田 武志 (TAKADA, Takeshi); 〒1070062 東京都港区南青山5丁目12番6号 英ビル3階 Tokyo (JP).

(81)指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

[締葉有]

(54)Title: RECIPROCATING ENGINE

(54)発明の名称: 往復動エンジン





(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:  
— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

## 明細書

## 往復動エンジン

## 技術分野

本発明は、自動車等に用いる往復動エンジンに関する。

## 背景技術

この種の往復動エンジンとしては、爆発行程（燃焼行程）で、コンロッドが傾くことにより増大するピストン側面とシリンダの内面との摺動摩擦抵抗を低減するために第一のピストンリング（トップリング）に隣接する第二のピストンリング（セカンドリング）を第一のピストンリングに対して傾斜させると共に、燃焼室と第一及び第二のピストンリング間の環状ガス室とを一つのガス通路を介して連通するようになっている往復動エンジンが特開平5-180069号公報において提案されており、斯かる往復動エンジンは、環状ガス室のガス圧に基づいて生じるスラスト側におけるピストン支持（ガス圧支持）を、第二のピストンリングを傾斜することで増大させ、ピストン側圧によるシリンダの内面とピストンリングの側面及びピストン側面との摺動摩擦抵抗を低減させるようになっている。

また、この種の他の往復動エンジンとしては、ピストン

の往復動でのシリンダの内面とピストン側面との間の摺動摩擦抵抗を低減するため、第一のピストンリング（トップリング）に隣接する第二のピストンリング（セカンドリング）を第一のピストンリングに対して傾斜させた往復動エンジンが特開平5-5459号公報において提案されており、斯かる往復動エンジンは、燃焼ガスに基づいて生じるスラスト側における側圧を、第二のピストンリングを傾斜させることで増大させ、燃焼室内の燃焼ガスのピストンに対するガス圧等に基づいて増大し得るスラスト側におけるシリンダの内面とピストンリングの側面及びピストン側面との摺動摩擦抵抗を低減させるようになっている。

ところで、斯かる往復動エンジンでは、ピストン側圧に抗するガス圧を生じさせてピストンをガス圧支持すべく第二のピストンリングを傾斜させると、第一及び第二のピストンリングにより規定される環状ガス室のスラスト側における容積が反スラスト側の容積に比べて大きくなるために、燃焼室内の燃焼ガスを一つのガス通路を介して環状ガス室に必要量を速やかに導入し得ず、従って、所望の支持力を生じさせてピストンリング及びピストン側面とシリンダとの摺動摩擦抵抗を大幅に低減させることが困難である。第二のピストンリングが大きく傾斜されている場合や往復動エンジンの高速回転により一往復動当たりの燃焼室と環状ガス室との連通時間が短くなる場合には、燃焼室内の燃焼

ガスを環状ガス室に必要量を速やかに導入することは更に困難となり得る。

また、斯かる他の往復動エンジンでは、スラスト側で大きな側圧を生じさせるべく第二のピストンリングを大きく傾斜させると、傾斜させた第二のピストンリングがオイルリングに干渉してしまう虞があり、従って、所望の側圧を生じさせてピストンリング及びピストン側面とシリンダとの摺動摩擦抵抗を大幅に低減させることが困難である。

本発明は、前記諸点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、爆発行程において、ピストン降下始期に、燃焼室内のガスを環状ガス室に必要量を必要な力で速やかに導入・作用させることができて、所望のガス圧支持力を生じさせてピストンリング及びピストン側面とシリンダとの摺動摩擦抵抗を大幅に低減させることのできる往復動エンジンを提供することにある。

本発明の他の目的とするところは、ピストンリングのオイルリングへの干渉をなくすことができて、所望の側圧を生じさせてピストンリング及びピストン側面とシリンダとの摺動摩擦抵抗を大幅に低減させることのできる往復動エンジンを提供することにある。

#### 発明の開示

本発明の第一の態様の往復動エンジンは、燃焼室を規定

しているピストンのトップ面に隣接している第一のピストンリングと、第一のピストンリングとの間で環状ガス室を規定していると共にこの環状ガス室でのピストンの側面の受圧面積が反スラスト側よりもスラスト側で大きくなるよう、第一のピストンリングに隣接している第二のピストンリングと、シリンダの内面の円周方向に関して並んでシリンダの内面に配されていると共にスラスト側で環状ガス室を燃焼室に連通させる複数のガス通路とを具備している。

第一の態様の往復動エンジンによれば、上述の構成を具備しているために、例えば、爆発行程において、ピストン降下始期に燃焼室内の燃焼ガスをシリンダの内面の円周方向に関して並んでシリンダの内面に配されている複数のガス通路を介して環状ガス室に必要量を速やかに導入、作用させることができ、このようにして得られた環状ガス室内のガス圧に基づいて所望の支持力を生じさせてピストンをシリンダの内面からガス圧支持させて、ピストンリング及びピストン側面とシリンダとの摺動摩擦抵抗を大幅に低減させることができる。

本発明の第二の態様の往復動エンジンでは、第一の態様の往復動エンジンにおいて、複数のガス通路は、シリンダの内面であってピストンが上死点又は上死点からの降下始期に環状ガス室を燃焼室に連通させる位置に配されている凹所を夫々具備している。

第二の態様の往復動エンジンによれば、上述の構成を具備しているために、例えば、爆発行程において、上死点からのピストン降下始期に、燃焼ガスを複数の凹所を介して環状ガス室に勢いよく広範囲に平均して導入作用させることができ、従って、環状ガス室内のガス圧を高めることができ、このガス圧を保持したままピストンを降下（往動）させることができて、特に爆発行程において、ピストンをピストン側圧に抗して好適にガス圧支持することができる。

本発明の第三の態様の往復動エンジンでは、第二の態様の往復動エンジンにおいて、複数の凹所は、環状ガス室のみを燃焼室に夫々連通させるようになっている。

本発明の第四の態様の往復動エンジンでは、第二又は第三の態様の往復動エンジンにおいて、複数のガス通路は、シリンダの内面であってピストンの上死点からの降下始期に環状ガス室を燃焼室に連通させる位置に配されている。

本発明の第五の態様の往復動エンジンでは、第二から第四のいずれかの態様の往復動エンジンにおいて、少なくとも一つの凹所は、シリンダの内面であってピストンが上死点に位置する際に環状ガス室を燃焼室に連通させる位置に配されている。

本発明の第六の態様の往復動エンジンでは、第二から第五のいずれかの態様の往復動エンジンにおいて、少なくとも一つの凹所は、往復動方向に関して他の凹所よりもシリ

ンダヘッドから離れて配されている。

第四から第六のいずれかの態様の往復動エンジンによれば、上述の構成を具備しているために、燃焼室から環状ガス室に燃焼ガスを長時間にわたって十分に導入し得る。

本発明の第七の態様の往復動エンジンでは、第二から第六のいずれかの態様の往復動エンジンにおいて、ピストンの反スラスト側の部位から最も離反している少なくとも一つの凹所は、往復動方向に関して他の凹所よりもシリンダヘッドから離れて配されている。

本発明の第八の態様の往復動エンジンでは、第二から第七のいずれかの態様の往復動エンジンにおいて、少なくとも一つの凹所に規定される空間の開口面の中心部は、ピストンとコンロッドとを連結するピストンピンの軸方向並びに往復動方向に直交する方向に関してピストンの中心部に対向して配されている。

第七又は第八の態様の往復動エンジンによれば、上述の構成を具備しているために、環状ガス室の反スラスト側の部位よりも容積の大きい環状ガス室のスラスト側の部位に燃焼ガスを広範に導入、作用させることができ、従って、環状ガス室内のガス圧をより速やかに高めることができる。

本発明の第九の態様の往復動エンジンでは、第六又は第七の態様の往復動エンジンにおいて、シリンダヘッドから離れて配されている凹所のシリンダの内面に連接している

連接部であってシリンダヘッド側に位置する部位は、他の凹所のシリンダの内面に連接している連接部であってシリンダヘッド側に位置する部位に往復動方向で対向する部位よりもシリンダヘッド側に配されている。

本発明の第十の態様の往復動エンジンでは、第二から第九のいずれかの態様の往復動エンジンにおいて、複数の凹所の夫々に規定される空間の開口面の一部は、夫々互いに円周方向に伸びる線上に位置している。

第九又は第十の態様の往復動エンジンによれば、上述の構成を具備しているために、複数の凹所により燃焼室から環状ガス室に燃焼ガスを長時間平均して導入、作用させることができる。

本発明の第十一の態様の往復動エンジンは、第二から第十のいずれかの態様の往復動エンジンにおいて、ピストンとコンロッドとを連結するピストンピンの軸方向に関して互いに対向する一対の凹所を具備しており、シリンダヘッドから一方の凹所までの往復動方向における距離とシリンダヘッドから他方の凹所までの往復動方向における距離とは、互いに等しい。

第十一の態様の往復動エンジンによれば、上述の構成を具備しているために、一対の凹所による燃焼室と環状ガス室との連通を同時的に開始又は終了させ得て、環状ガス室に圧縮ガスや燃焼ガスをより速やかに導入することができ

る。

本発明の第十二の態様の往復動エンジンでは、第二から第十一のいずれかの態様の往復動エンジンにおいて、複数の凹所は、部分凹球面状面を夫々具備している。

第十二の態様の往復動エンジンによれば、上述の構成を具備しているために、燃焼ガスの流入に抵抗がなく平均した良好な導入作用を得ることができる。

本発明の第十三の態様の往復動エンジンでは、第二から第十二のいずれかの態様の往復動エンジンにおいて、少なくとも一つの凹所のシリンダの内面に連接する連接部に対する接線と往復動方向に伸びる線との交差角は、鈍角である。

本発明の第十四の態様の往復動エンジンでは、第二から第十三のいずれかの態様の往復動エンジンにおいて、少なくとも一つの凹所のシリンダの内面に連接する連接部であって往復動方向で互いに対向する両部位に対する接線は、当該両部位よりもピストンから離反した位置で互いに交わる。

第十三又は第十四の態様の往復動エンジンによれば、上述の構成を具備しているために、広範囲から平均して燃焼ガスの導入、作用が行われる。

本発明の第十五の態様の往復動エンジンでは、第二から第十二のいずれかの態様の往復動エンジンにおいて、少な

くとも一つの凹所のシリンダの内面に連接する連接部に対する接線と往復動方向に伸びる線とは、互いに直交する。

本発明の第十六の態様の往復動エンジンでは、第二から第十五のいずれかの態様の往復動エンジンにおいて、少なくとも一つの凹所は、円周方向で当該凹所に隣接する凹所と異なる深さを有している。

本発明の第十七の態様の往復動エンジンでは、第二から第十六のいずれかの態様の往復動エンジンにおいて、少なくとも一つの凹所は、ピストンとコンロッドとを連結するピストンピンの軸方向並びに往復動方向に直交する方向に関する当該凹所に対して反スラスト側に位置する他の凹所よりも深い。

本発明の第十八の態様の往復動エンジンでは、第二から第十七のいずれかの態様の往復動エンジンにおいて、少なくとも一つの凹所は、円周方向で当該凹所に隣接する凹所と等しい深さを有している。

第十六から第十八のいずれかの態様の往復動エンジンによれば、上述の構成を具備しているために、各凹所による燃焼室と環状ガス室との連通状態を適宜調整し得る。ここで、複数の凹所は、その曲率と深さとの関連において夫々設計されてシリンダの内面に配設されることにより各凹所による燃焼室と環状ガス室との連通状態をより好ましく調整し得る。

本発明の第十九の態様の往復動エンジンは、第二から第十八のいずれかの態様の往復動エンジンにおいて、ピストンとコンロッドとを連結するピストンピンの軸方向で互いに対向する一対の凹所を具備しており、一方の凹所に規定される空間の開口面の中心部及びピストンの中心部を結ぶ線並びに軸方向に伸びる線の交差角と他方の凹所に規定される空間の開口面の中心部及びピストンの中心部を結ぶ線並びに軸方向に伸びる線の交差角とは、互いに等しい。

本発明の第二十の態様の往復動エンジンでは、第十九の態様の往復動エンジンにおいて、一対の凹所は、夫々互いに同形状である。

第十九又は第二十の態様の往復動エンジンによれば、上述の構成を具備しているために、連結軸の軸方向に関する環状ガス室の一方側及び他方側に均等に燃焼ガスを導入作用させ得る。

本発明の第二十一の態様の往復動エンジンでは、第二から第二十のいずれかの態様の往復動エンジンにおいて、シリンドラの内面に連接する複数の凹所の夫々の連接部であつて往復動方向で互いに対向する両部位の間隔は、第一のピストンリングの厚みよりも大きい。

本発明の第二十二の態様の往復動エンジンでは、第二から第二十一のいずれかの態様の往復動エンジンにおいて、シリンドラの内面に連接する複数の凹所の夫々の連接部であ

って往復動方向で互いに対向する両部位間の距離は、環状ガス室を規定する第一のピストンリングの規定面のスラスト側の部位から環状ガス室を規定する第二のピストンリングの規定面のスラスト側の部位までの往復動方向における距離よりも短い。

本発明の第二十三の態様の往復動エンジンでは、第二から第二十二のいずれかの態様の往復動エンジンにおいて、少なくとも一つの凹所に規定される空間の開口面は、他の凹所に規定される空間の開口面と異なる径を有している。

本発明の第二十四の態様の往復動エンジンでは、第二から第二十三のいずれかの態様の往復動エンジンにおいて、少なくとも一つの凹所に規定される空間の開口面は、ピストンとコンロッドとを連結するピストンピンの軸方向及び往復動方向に関して当該凹所に対して反スラスト側に位置する凹所に規定される空間の開口面よりも長い径を有している。

本発明の第二十五の態様の往復動エンジンは、第二から第二十四のいずれかの態様の往復動エンジンにおいて、ピストンとコンロッドとを連結するピストンピンの軸方向で互いに対向する一対の凹所を具備しており、一対の凹所の夫々に規定される空間の開口面の径と円周方向で当該一対の凹所に隣接する他の凹所に規定される空間の開口面の径とは、夫々互いに異なる。

本発明の第二十六の態様の往復動エンジンでは、第二から第二十五のいずれかの態様の往復動エンジンにおいて、少なくとも一つの凹所に規定される空間の開口面は、他の凹所に規定される空間の開口面と等しい径を有している。

第二十三から第二十六のいずれかの態様の往復動エンジンによれば、上述の構成を具備しているために、各凹所による燃焼室と環状ガス室との連通状態及び連通の開始若しくは終了の順序を適宜調整し得る。

本発明の第二十七の態様の往復動エンジンでは、第一から第二十六のいずれかの態様の往復動エンジンにおいて、燃焼室を規定する第一のピストンリングの規定面は、往復動方向に直交する面と平行となるように配されている。

本発明の第二十八の態様の往復動エンジンでは、第二から第二十七のいずれかの態様の往復動エンジンにおいて、少なくとも一つの凹所に規定される空間の開口面の径は、当該凹所の深さよりも大きい。

本発明の第二十九の態様の往復動エンジンでは、第一から第二十八のいずれかの態様の往復動エンジンにおいて、第二のピストンリングは、往復動方向に対して傾斜して配されている。

本発明の第三十の態様の往復動エンジンは、第一から第二十九のいずれかの態様の往復動エンジンにおいて、第二のピストンリングを間にして第一のピストンリングに対向

してピストンに配されているオイルリングを具備しており、オイルリングのスラスト側の部位は、往復動方向に関してピストンとコンロッドとを連結するピストンピンに対向するオイルリングの部位よりも第一のピストンリングから離れている。

第三十の態様の往復動エンジンによれば、上述の構成を具備しているために、オイルリングをピストン及びコンロッドを連結している連結軸に干渉させないで第一のピストンリングから離れさせて配置することができて、第二のピストンリングを、オイルリングに干渉させることなく、特にスラスト側で第一のピストンリングから離れさせて配置することができる。ここで、当該往復動エンジンでは、オイルリングと共に第二のピストンリングを往復動方向に対して大きく傾斜させた場合でも、ピストンをガスフロートさせるのに十分な量の燃焼ガスを燃焼室から上述のような複数のガス通路を介して環状ガス室に満遍なく速やかに導入作用させることができる。

本発明の第三十一の態様の往復動エンジンでは、第三十の態様の往復動エンジンにおいて、オイルリングのスラスト側の部位は、当該オイルリングの反スラスト側の部位よりも第一のピストンリングから離れている。

本発明の第三十二の態様の往復動エンジンでは、第二十九の態様の往復動エンジンにおいて、第二のピストンリン

グを間にして第一のピストンリングに対向してピストンに配されているオイルリングを具備しており、オイルリングは、往復動方向に対して傾斜して配されている。

本発明の第三十三の態様の往復動エンジンでは、第三十二の態様の往復動エンジンにおいて、オイルリング及び第二のピストンリングは、夫々互いに等しい角度をもって往復動方向に対して傾斜して配されている。

本発明の第三十四の態様の往復動エンジンでは、第一から第三十三のいずれかの態様の往復動エンジンにおいて、ピストンとコンロッドとを連結するピストンピンは、反スラスト側に偏心している。

本発明の第三十五の態様の往復動エンジンは、燃焼室を規定しているピストンのトップ面に隣接している第一のピストンリングと、第一のピストンリングとの間で環状ガス室を規定していると共にこの環状ガス室でのピストンの側面の受圧面積がピストンの一方の揺動側面部位よりもこの揺動側面部位に対向する他方の揺動側面部位の方で大きくなるように、第一のピストンリングに隣接している第二のピストンリングと、一方及び他方の揺動側面部位間の略中間よりも他方の揺動側面部位の方で第一のピストンリングから離れているオイルリングと、ピストン及びシリンダの内面のうちの少なくとも一方に形成されており、環状ガス室を燃焼室に連通させるガス通路とを具備している。

第三十五の態様の往復動エンジンによれば、上述の構成を具備しているために、オイルリングをピストン及びコンロッドを連結している連結軸に干渉させないで第一のピストンリングから離れさせて配置することができて、第二のピストンリングを、オイルリングに干渉させることなく、特に他方の揺動側面部位側で第一のピストンリングから離れさせて配置することができ、而して、所望の側圧を生じさせてピストンをシリンダの内面から浮上（ガスフロー）させて、ピストンリングとシリンダとの摺動摩擦抵抗を大幅に低減させることができる。

本発明の第三十六の態様の往復動エンジンでは、第三十五の態様の往復動エンジンにおいて、第二のピストンリングは、ピストンの往復動方向に対して傾斜して配されている。

本発明の第三十七の態様の往復動エンジンでは、第三十五又は第三十六の態様の往復動エンジンにおいて、オイルリングは、ピストンの往復動方向に対して傾斜して配されている。

本発明の第三十八の態様の往復動エンジンでは、第三十五から第三十七のいずれかの態様の往復動エンジンにおいて、一方の揺動側面部位は、反スラスト側に位置しており、他方の揺動側面部位は、スラスト側に位置している。

第三十八の態様の往復動エンジンによれば、上述の構成

を具備しているために、燃焼行程で大きく生じ得るスラスト側におけるピストンリングとシリンダとの摺動摩擦抵抗を大幅に低減させることができて、ピストンをスムーズに往復動させ得る。

本発明の第三十九の態様の往復動エンジンでは、第三十五から第三十八のいずれかの態様の往復動エンジンにおいて、少なくとも一のガス通路は、シリンダの内面であってピストンが上死点近傍に位置する際に環状ガス室を燃焼室に連通させる位置に配された凹所からなる。

尚、上述のような態様の往復動エンジンは、4サイクルガソリンエンジン又はディーゼルエンジンであってもよく、いずれのエンジンでも本発明による効果を好適に發揮し得る。

本発明によれば、爆発行程において、ピストン降下始期に、燃焼室内のガスを環状ガス室に必要量を必要な力で速やかに導入・作用させることができて、所望のガス圧支持力を生じさせてピストンリング及びピストン側面とシリンダとの摺動摩擦抵抗を大幅に低減させることのできる往復動エンジンを提供し得る。

また、本発明によれば、ピストンリングのオイルリングへの干渉をなくすことができて、所望の側圧を生じさせてピストンリング及びピストン側面とシリンダとの摺動摩擦抵抗を大幅に低減させることのできる往復動エンジンを提

供し得る。

次に、本発明の実施の形態の例を、図に示す好ましい例に基づいて更に詳細に説明する。尚、本発明はこれら例に何等限定されないのである。

#### 図面の簡単な説明

図1は、本発明の実施の形態の例の縦断面説明図、

図2は、図7に示す例のI—I—I—I線断面矢視説明図、

図3は、図7に示す例のI—I—I—I—I—I線断面矢視説明図、

図4は、図1に示す例の主に凹所の縦断面拡大説明図、

図5は、図1に示す例の動作説明図、

図6は、図1に示す例の動作説明図、

図7は、図1に示す例の動作説明図、

図8の(a)、(b)及び(c)は、図1に示す例の一部拡大動作説明図、

図9は、本発明の実施の形態の他の例の説明図、

図10は、本発明の実施の形態の他の例の説明図、

図11は、本発明の実施の形態の他の例の説明図、

図12は、本発明の実施の形態の他の例の縦断面説明図、

図13は、本発明の実施の形態の更に他の例の縦断面説明図、そして、

図14は、図13に示す更に他の例の一部の平面説明図

である。

### 発明を実施するための最良の形態

図1から図8において、本例の往復動エンジンとしての4サイクルガソリンエンジン1は、燃焼室2を規定しているピストン3のトップ面（頭部端面）4に隣接しているピストンリング（トップリング）5と、ピストンリング5との間で環状ガス室6を規定していると共に環状ガス室6でのピストン3の側面8の受圧面積がピストン3の反スラスト側9よりもスラスト側10で大きくなるように、ピストンリング5に隣接しているピストンリング7と、シリンド13の内面14の円周方向Xに関して並んでシリンド13の内面14に配されていると共にスラスト側10で環状ガス室6を燃焼室2に連通させる複数のガス通路15と、ピストン3の往復動方向Yでピストンリング7を間にピストンリング5に対向して配されているオイルリング16とを具備している。

ピストン3のトップ面4に連接している側面8には、ピストンリング5及び7並びにオイルリング16の夫々に対応して配置されたリング溝が形成されており、各リング溝にはピストンリング5及び7並びにオイルリング16が夫々嵌着されている。トップ面4は、往復動方向Yに直交する面と平行となるようにピストン3に形成されている。側

面 8 は、往復動方向 Y と平行となるようにピストン 3 に形成されている。

ピストン 3 にピストンピン 2 1 を介して回転自在に連結されている小端部 2 2 a 及びクランクシャフトが回転自在に連結されている大端部を有しているコンロッド 2 2 は、本例では、図 1 及び図 7 に示すようにピストン 3 が方向 Y 1 に向かって往動される際に大端部が小端部 2 2 a よりも反スラスト側 9 に配されるようになっている。

シリンダ 1 3 は、内面 1 4 によって規定されたシリンダボア（空間）2 5 を有しており、シリンダボア 2 5 には、ピストン 3 が往復動方向 Y で往復動自在となるように配されている。シリンダヘッド 1 3 a には、点火プラグ 2 6、吸気弁 2 7 及び排気弁 2 8 が設けられている。内面 1 4 は、往復動方向 Y と平行となるようにシリンダ 1 3 に形成されている。

ピストンリング 5 は、通常は、燃焼室 2 を規定しているピストン 3 のトップ面 4 と平行となるように、ピストン 3 のリング溝に嵌着されている。ピストンリング 5 は、燃焼室 2 を規定する環状規定面 5 a と、環状ガス室 6 を規定する環状規定面 5 b と、環状規定面 5 a 及び 5 b に連接していると共にシリンダ 1 3 の内面 1 4 に摺動する摺動側面 5 c とを具備している。環状規定面 5 a 及び 5 b は、往復動方向 Y に直交する面と平行となるように配されている。摺

動側面 5 c は、往復動方向 Y と平行となるようにピストンリング 5 に形成されている。ピストンリング 5 は、本例では、燃焼室 2 と環状ガス室 6 とを画成することができるよう肉薄に形成されている。

ピストンリング 7 は、反スラスト側 9 からスラスト側 10 に向かうに従ってピストンリング 5 から漸次離れるよう、往復動方向 Y に対して傾斜してピストン 3 のリング溝に嵌着されている。ピストンリング 7 は、ピストンリング 5 側に配されていると共に環状ガス室 6 を規定している環状規定面 7 a と、オイルリング 16 側に配されていると共に環状規定面 7 a に対向する環状面 7 b と、シリンド 13 の内面 14 に摺動する摺動側面 7 c とを具備している。環状規定面 7 a 及び環状面 7 b は、その反スラスト側 9 の部位よりもスラスト側 10 の部位で環状規定面 5 b から離反するように往復動方向 Y に対して傾斜している。環状規定面 5 b のスラスト側 10 の部位から環状規定面 7 a のスラスト側 10 の部位までの往復動方向 Y における距離は、環状規定面 5 b の反スラスト側 9 の部位から環状規定面 7 a の反スラスト側 9 の部位までの往復動方向 Y における距離よりも長い。

環状ガス室 6 は、ピストン 3 の側面 8、シリンド 13 の内面 14 並びにピストンリング 5 及び 7 によって規定されなる。ここで、環状ガス室 6 の容積は、ピストンリング

7が上述のように傾斜して配されているために、スラスト側10で大きくなっている一方、反スラスト側9で小さくなっている。

オイルリング16は、本例では、ピストンリング（トップリング）5と平行となるようにピストン3のリング溝に装着されている。オイルリング16は、環状面7bに対向するピストンリング7側の環状面16aと、往復動方向Yで環状面16aに対向するピストンピン21側の環状面16bと、環状面16a及び16bに連接していると共に内面14に摺動する摺動側面16cとを具備している。環状面16a及び16bは、本例では、往復動方向Yに直交する面と平行となるように配されている。摺動側面16cは、往復動方向Yと平行となるようにオイルリング16に形成されている。

ガス通路15は、本例では、シリンダ13の内面14に三つ設けられている。三つのガス通路15の夫々は、シリンダ13の内面14であってピストン3が上死点近傍に位置する際に環状ガス室6を燃焼室2に連通させる位置に配されている凹所17a、17b及び17cを具備している。凹所17a、17b及び17cは、本例では、爆発行程（燃焼行程）において、往復動方向Yに関してピストン3がクランク角度で略6度から略37度に相当する位置に存在する場合に環状ガス室6のみを燃焼室2に夫々同時的に

連通させるように、側面 8 に対面する内面 1 4 に夫々形成されている。

凹所 1 7 a 及び 1 7 c は、円周方向 X で凹所 1 7 b を間にしていると共に、ピストンピン 2 1 の軸方向 A で互いに対向している。凹所 1 7 a 及び 1 7 b の円周方向 X における間隔と凹所 1 7 b 及び 1 7 c の円周方向 X における間隔とは、互いに略々等しい。凹所 1 7 a、1 7 b 及び 1 7 c は、本例では、夫々互いに略々同形状である。シリンダヘッド 1 3 a から凹所 1 7 a までの往復動方向 Y における距離、シリンダヘッド 1 3 a から凹所 1 7 b までの往復動方向 Y における距離及びシリンダヘッド 1 3 a から凹所 1 7 c までの往復動方向 Y における距離は、本例では、夫々互いに略々等しい。

凹所 1 7 b に規定される空間 3 0 b の円形の開口面 3 1 b の中心部 C 2 は、本例では、図 3 に示すように、軸方向 A 及び往復動方向 Y に直交する方向 Z に関してピストン 3 の中心部 O に対向して配されている。凹所 1 7 b は、凹所 1 7 a 及び 1 7 c よりも反スラスト側 9 から離れている。

凹所 1 7 a に規定される空間 3 0 a の開口面 3 1 a の中心部 C 1 及びピストン 3 の中心部 O を結ぶ線 3 2 並びに軸方向 A に伸びる線 8 0 の交差角 3 5 と、凹所 1 7 c に規定される空間 3 0 c の開口面 3 1 c の中心部 C 3 及びピストン 3 の中心部 O を結ぶ線 3 6 並びに線 8 0 の交差角 3 7 と

は、互いに略々等しい。

凹所 17a は、本例では、シリンダ 13 の内面 14 に連接している連接部 40a を有する部分凹球面状面 41a を具備している。部分凹球面状面 41a は、円形の開口面 31a を有する空間 30a を規定している。凹所 17b は、本例では、シリンダ 13 の内面 14 に連接している連接部 40b を有する部分凹球面状面 41b を具備している。部分凹球面状面 41b は、円形の開口面 31b を有する空間 30b を規定している。凹所 17c は、本例では、シリンダ 13 の内面 14 に連接している連接部 40c を有する部分凹球面状面 41c を具備している。部分凹球面状面 41c は、円形の開口面 31c を有する空間 30c を規定している。尚、凹所 17a、17b 及び 17c は、部分凹球面状面 41a、41b 及び 41c に代えて、角を有した面を夫々具備していてもよい。また、連接部 40a、40b 及び 40c の夫々には、糸面取りが施されていてもよい。

部分凹球面状面 41a、41b 及び 41c は、本例では、夫々互いに等しい曲率及び往復動方向 Y に直交する方向における深さを有している。円形の開口面 31a、31b 及び 31c は、本例では、夫々互いに等しい径を有している。

凹所 17b は、本例では、図 4 に示すように、連接部 40b に対する接線 42 と往復動方向 Y に伸びる線 43 との交差角 44 が鈍角となるように、内面 14 に設けられて

る。往復動方向Yで互いに対向する連接部40bの部位45及び46に対する接線42は、本例では、往復動方向Yに直交する方向で当該部位45及び46よりもピストン3から離反した位置に存する交点Pで互いに交わっている。往復動方向Yにおける部位45及び46間の距離L1は、環状規定面5aから環状規定面5bまでの往復動方向Yにおける距離L2よりも長く、換言すれば、当該部位45及び46の間隔は、ピストンリング5の厚みよりも大きい。距離L1は、図8の(b)に示すように、環状規定面5bのスラスト側10の部位から環状規定面7aのスラスト側10の部位までの往復動方向Yにおける距離L3よりも短い。凹所17bに規定される空間30bの開口面31bの径は、当該凹所17bの往復動方向Yに直交する方向における深さよりも大きい。尚、本例では、連接部40a及び40cについても連接部40bと同様に構成されているので、これらについての詳細な説明を省略する。

本例の往復動エンジン1の動作について説明すると、圧縮行程において、図5及び図8の(a)に示すように、ピストン3が上死点近傍に位置すると共に上死点に到達する前にピストンリング5の環状規定面5bが凹所17bのシリンドヘッド13a側の部位45に対向するピストンピン21側の部位46よりもシリンドヘッド13a側に位置した際に、燃焼室2が環状ガス室6に凹所17bを介して連

通し、燃焼室2から環状ガス室6に低圧の圧縮ガスが入り始める。ここで、燃焼室2は、ピストンリング5がトップ面4と平行となるように配されているために、空間30bを介する環状ガス室6の連通と同時に円周方向Xで凹所17bに対して並んで配されている凹所17a及び17cに規定される空間30a及び30cをも介して環状ガス室6に連通される結果、スラスト側10の複数の部位から低圧の圧縮ガスが環状ガス室6内に入る。

次に、図1、図6及び図8の(c)に示す爆発行程(燃焼行程)において、ピストン3の降下始期、即ち、ピストン3が上死点近傍を降下する時に、燃焼室2内の燃焼ガス51を凹所17a、17b及び17cを介して環状ガス室6に導入し、導入した燃焼ガス51のガス圧により環状ガス室6内のガス圧を高め、当該ガス圧に基づいてガス圧支持されるピストン3が下死点に向かって降下する。ここで、環状ガス室6内で保持されているガス圧によってガス圧支持されながら往動するピストン3から、往復動方向Yに対して傾斜しているコンロッド22に方向Y1に向かう往動力が与えられることによってピストン3にスラスト側10に向かう側圧力B1が与えられるが、当該側圧力B1に抗して、環状ガス室6内に十分に供給されたガス圧によりピストン3に反スラスト側9に向かう支持力B2を与えて、当該ピストン3をガス圧支持させる。尚、ピストン3が図

6に示すように上死点に位置する場合には、本例では、特に図8の(b)に示すように、凹所17a、17b及び17cを介する燃焼室2と環状ガス室6との連通は止めるが、連通させてもよい。

以上のように構成された往復動エンジン1では、燃焼時には凹所17a、17b及び17cを介して燃焼室2と環状ガス室6とが連通される位置にピストン3がもたらされているため、燃焼行程で燃焼室2で燃焼して発生したガス圧は、凹所17a、17b及び17cを介して環状ガス室6に満遍なく速やかに導入される。この導入されたガス圧に基づき環状ガス室6の偏倚した圧力を受けてピストン3は、その往復動では内面14、特に内面14のスラスト側10の部位でガス圧支持される。ガス圧により支持されたピストン3は、極めて低い摺動摩擦抵抗をもって往復動する。また、斯かる往復動において、ピストン3はピストンピン21を中心として軸方向Aに直交する面内で揺動（首振り）されようとするが、当該揺動は、上述の環状ガス室6のガス圧によって阻止される。ピストン3は、極めて低い摺動摩擦抵抗をもって往復動し得ることとなり、往復動エンジン1の燃費の改善等を図り得る。

本例の往復動エンジン1によれば、燃焼室2を規定しているピストン3のトップ面4に隣接しているピストンリング5と、ピストンリング5との間で環状ガス室6を規定し

ていると共に環状ガス室6でのピストン3の側面8の受圧面積が反スラスト側9よりもスラスト側10で大きくなるように、ピストンリング5に隣接しているピストンリング7と、シリンダ13の内面14の円周方向Xに関して並んで内面14に配されていると共にスラスト側10で環状ガス室6を燃焼室2に連通させる複数のガス通路15とを具備しているために、燃焼室2内の燃焼ガス51を複数のガス通路15を介して環状ガス室6に満遍なく速やかに導入作用させることができ、このようにして導入作用させた環状ガス室6内の燃焼ガス51に基づいて所望の支持力を生じさせてピストン3を内面14からガス圧支持させて、ピストンリング5の摺動側面5c及びピストン3の側面8とシリンダ13の内面14との摺動摩擦抵抗を大幅に低減させることができ、複数のガス通路15が、内面14であつて上死点近傍でピストン3を降下させる際に環状ガス室6を燃焼室2に連通させる位置に配されている凹所17a、17b及び17cを夫々具備しているために、上死点近傍で燃焼ガス51を凹所17a、17b及び17cを介して環状ガス室6に勢いよく導入作用させることができ、更に、環状ガス室6内のガス圧を高めることができ、このガス圧を保持したままピストン3を降下（往動）させることができて、特に爆発行程において、ピストン3をピストン側圧に抗して好適にガス圧支持することができ、凹所17bに

規定される空間 30b の開口面 31b の中心部 C2 が方向 Z に関してピストン 3 の中心部 O に対向して配されているために、環状ガス室 6 の反スラスト側 9 の部位よりも容積の大きい環状ガス室 6 のスラスト側 10 の部位から先行して圧縮ガスを導入することができ、従って、環状ガス室 6 内に燃焼ガス 51 をより満遍なく速やかに導入作用させることができ、シリンダヘッド 13a から凹所 17a までの往復動方向 Y における距離とシリンダヘッド 13a から凹所 17c までの距離とが互いに等しいために、一対の凹所 17a 及び 17c による燃焼室 2 と環状ガス室 6との連通を同時的に且つ広範囲に開始又は終了させ得て、環状ガス室 6 に燃焼ガス 51 をより速やかに且つ広範囲に導入作用させることができ、凹所 17a、17b 及び 17c が部分凹球面状面 41a、41b 及び 41c を夫々具備しているために、燃焼ガス 51 の流入に抵抗がなく平均した良好な導入作用を得ることができ、凹所 17b の内面 14 に連接する部分凹球面状面 41b の連接部 40b に対する接線 42 と往復動方向 Y に伸びる線 43 との交差角 44 が鈍角であり、また、連接部 40b であって往復動方向 Y で互いに対向する部位 45 及び 46 に対する接線 42 が往復動方向 Y に直交する方向で部位 45 及び 46 よりもピストン 3 から離反した位置で互いに交わっており、更に、凹所 17a 及び 17c についても凹所 17b と同様に構成されている

ために、燃焼ガス 5 1 を広範囲に導入し得、凹所 1 7 b が、円周方向 X で当該凹所 1 7 b に隣接する凹所 1 7 a 及び 1 7 c と夫々互いに等しい曲率を有しており、また、凹所 1 7 b が、円周方向 X で当該凹所 1 7 b に隣接する凹所 1 7 a 及び 1 7 c と等しい深さを有しているために、凹所 1 7 a、1 7 b 及び 1 7 c が曲率及び深さとの関連において夫々設計されて内面 1 4 に配設されることで各凹所 1 7 a、1 7 b 及び 1 7 c により燃焼室 2 と環状ガス室 6 とを夫々同様に連通させ得、凹所 1 7 a に規定される空間 3 0 a の開口面 3 1 a の中心部 C 1 及びピストン 3 の中心部 O を結ぶ線 3 2 並びに軸方向 A に伸びる線 8 0 の交差角 3 5 と凹所 1 7 c に規定される空間 3 0 c の開口面 3 1 c の中心部 C 3 及びピストン 3 の中心部 O を結ぶ線 3 6 並びに線 8 0 の交差角 3 7 とが互いに等しく、更に、凹所 1 7 a 及び 1 7 c は、夫々互いに同形状であるために、軸方向 A に関する環状ガス室 6 の一方側及び他方側に均等に燃焼ガス 5 1 を導入し得、凹所 1 7 b に規定される空間 3 0 b の開口面 3 1 b は、他の凹所 1 7 a 及び 1 7 c に規定される空間 3 0 a 及び 3 0 c の開口面 3 1 a 及び 3 1 c と略々等しい径を有しているために、凹所 1 7 a、1 7 b 及び 1 7 c により燃焼室 2 と環状ガス室 6 とを同様な状態で連通させ得ると共に当該連通を同時的に開始又は終了させ得、環状規定面 5 a が往復動方向 Y に直交する面と平行となるように配

されており、また、環状規定面 5 b が往復動方向 Y に直交する面と平行となるように配されているために、円周方向 X で互いに並んで配されている凹所 17 a、17 b 及び 17 c による燃焼室 2 及び環状ガス室 6 の連通を同時的に開始又は終了し得る。

尚、本例の往復動エンジン 1 は、図 9 に示すように、例えば凹所 17 b に代えて、ピストン 3 の反スラスト側 9 の部位から最も離反していると共に往復動方向 Y に関して他の凹所 17 a 及び 17 c よりもシリンダヘッド 13 a から離れて配されている凹所 52 を具備していてもよく、斯かる凹所 52 により凹所 17 a 及び 17 c に先行して環状ガス室 6 の反スラスト側 9 の部位に対して容積の大きい環状ガス室 6 のスラスト側 10 の部位からガスを導入することができ、従って、環状ガス室 6 内に燃焼ガス 51 をより満遍なく速やかに導入することができる。尚、凹所 52 は、凹所 17 a、17 b 及び 17 c の少なくとも一つに代えて又は凹所 17 a、17 b 及び 17 c に加えて、シリンダ 13 の内面 14 に配されてもよく、斯かる凹所 52 の配設により凹所 17 a、17 b、17 c 及び 52 の夫々が燃焼室 2 と環状ガス室 6 とを連通させる順序を適宜調整し得る。ここで、図 9 に示すように、往復動方向 Y でシリンダヘッド 13 a から離れて配されている凹所 52 の内面 14 に連接している連接部 40 d であってシリンダヘッド 13 a 側

に位置する部位 45 は、連接部 40a 及び 40c であってシリンドヘッド 13a 側に位置する部位 45 に往復動方向 Y で対向する部位 46 よりもシリンドヘッド 13a 側に配されてもよく、凹所 17a、17c 及び 52 の夫々に規定される空間 30a、30c 及び 30d の開口面 31a、31c 及び 31d の一部は、夫々互いに円周方向 X に伸びる線 53 上に位置してもよく、また、例えば、凹所 17a 及び 17c の開口面 31a 及び 31c の中心部 C1 及び C3 は、連接部 40d の部位 45 を通る円周方向 X に伸びる線 54 上に位置してもよく、このように凹所 17a、17c 及び 52 が配されている場合には、これらの凹所 17a、17c 及び 52 により燃焼室 2 から環状ガス室 6 に燃焼ガス 51 を断続させることなく連続的に導入することができる。

また、本例の往復動エンジン 1 は、三つのガス通路 15 に代えて、シリンド 13 の内面 14 に配された二つのガス通路 15 を具備していてもよく、また、図 10 及び図 11 に示すように、三つ以上のガス通路（四つ又は五つのガス通路等）15 を具備していてもよく、このようにして、往復動エンジン 1 の種々の態様に応じて環状ガス室 6 に燃焼ガス 51 を満遍なく、広範囲に且つ速やかに導入することができるよう、ガス通路 15 の個数を適宜設定することができる。ここで、例えば、図 10 に示すように、四つの

ガス通路 1 5 を具備している場合には、凹所 5 6 に規定される空間 3 0 e の開口面 3 1 e の中心部 C 4 及びピストン 3 の中心部 O を結ぶ線 6 0 並びに線 8 0 の交差角 6 4 と、軸方向 A で凹所 5 6 に対向する凹所 5 9 に規定される空間 3 0 h の開口面 3 1 h の中心部 C 7 及び中心部 O を結ぶ線 6 3 並びに線 8 0 の交差角 6 7 とが互いに等しい角度となっている一方、円周方向 X で凹所 5 6 に隣接している凹所 5 7 に規定される空間 3 0 f の開口面 3 1 f の中心部 C 5 及び中心部 O を結ぶ線 6 1 並びに線 8 0 の交差角 6 5 と、軸方向 A で凹所 5 7 に対向すると共に円周方向 X で凹所 5 9 に隣接している凹所 5 8 に規定される空間 3 0 g の開口面 3 1 g の中心部 C 6 及び中心部 O を結ぶ線 6 2 並びに線 8 0 の交差角 6 6 とが夫々互いに等しい角度となっているのが好ましく、斯かる場合には、軸方向 A に関する環状ガス室 6 の一方側及び他方側に均等に燃焼ガス 5 1 を導入、作用し得る。

更に、本例の往復動エンジン 1 は、図 1 1 に示すように、凹所 1 7 a、1 7 b 及び 1 7 c に代えて、往復動方向 Y に直交する方向における深さが夫々互いに異なる凹所 5 6、5 7、5 8 及び 5 9 並びに方向 Z でピストン 3 の中心部 O に対向する凹所 7 0 を具備してもよく、好ましくは、最もスラスト側 1 0 に位置する凹所 7 0 は、方向 Z に関して当該凹所 7 0 に対して反スラスト側 9 に位置する凹所 5 6、

57、58及び59よりも深くなるように構成され、凹所57及び58は、凹所56及び59よりも深くなるように構成される。また、夫々互いに曲率の異なる凹所56、57、58、59及び70を具備してもよく、好ましくは、最もスラスト側10に位置する凹所70は、方向Zに関して当該凹所70に対して反スラスト側9に位置する凹所56、57、58及び59よりも小さい曲率を有しており、凹所57及び58は、凹所56及び59よりも小さい曲率を有している。更に、凹所56、57、58、59及び70に夫々規定される空間30e、30f、30g、30h及び30iの開口面31e、31g、31f、31h及び31iの半径又は直径は、夫々互いに異なっていてもよく、好ましくは、最もスラスト側10に位置する凹所70における開口面31iは、方向Zに関して当該凹所70に対して反スラスト側9に位置する凹所56、57、58及び59における開口面31e、31f、31g及び31hよりも長い半径又は直径を有しており、凹所57及び58における開口面31f及び31gは凹所56及び59における開口面31e及び31hよりも長い半径又は直径を有している。上記のような深さ、曲率及び径（半径、直径を含む）を夫々有する凹所56、57、58、59及び70を構成することにより、燃焼室2と環状ガス室6との連通状態及び連通の開始若しくは終了の順序を適宜調整し得、特

に上記の曲率と深さとの関連において夫々設計されてシリ  
ンダ 13 の内面 14 に配設されることにより各凹所 56、  
57、58、59 及び 70 による燃焼室 2 と環状ガス室 6  
との連通状態をより好ましく調整し得る。

更にまた、本例の往復動エンジン 1 は、図 12 に示すよ  
うに、オイルリング 16 に代えて、ピストンリング 7 を間  
にしてピストンリング 5 に対向してピストン 3 に配されて  
いると共に、スラスト側 10 の部位 71 が往復動方向 Y に  
関してピストン 3 及びコンロッド 22 を連結するピストン  
ピン 21 に対向する部位 72 及び反スラスト側 9 の部位 7  
3 よりもピストンリング 5 から離れるように、往復動方向  
Y に対して傾斜しているオイルリング 75 を具備していて  
もよく、斯かる場合には、ピストンリング 7 は、オイルリ  
ング 75 の傾斜角と等しい角度をもって往復動方向 Y に対  
して傾斜していてもよい。オイルリング 75 を具備する往  
復動エンジン 1 によれば、オイルリング 75 をピストンビ  
ン 21 に干渉させないでピストンリング 5 から離れさせて  
配置することができて、ピストンリング 7 を、オイルリン  
グ 75 に干渉させることなく、特にスラスト側 10 でピス  
トンリング 5 から離れさせて配置することができる。ここ  
で、当該往復動エンジン 1 では、オイルリング 75 と共に  
ピストンリング 7 を往復動方向 Y に対して大きく傾斜させ  
た場合でも、ピストン 3 をガス圧支持させるのに十分な量

の燃焼ガス 5 1 を燃焼室 2 から上述のような複数のガス通路 1 5 を介して環状ガス室 6 に満遍なく速やかに導入作用してガス圧を高める。

加えて、本例の往復動エンジン 1 は、ピストンピン 2 1 に代えて、反スラスト側 9 に偏心しているピストンピンを具備していてもよい。

尚、複数のガス通路 1 5 は、本例では、ピストン 3 が図 6 に示すように上死点に位置する場合に、燃焼室 2 と環状ガス室 6 との連通が一旦解除されるように上死点近傍に配された凹所 1 7 a、1 7 b 及び 1 7 c を夫々具備しているが、凹所 1 7 a、1 7 b 及び 1 7 c の少なくとも一つに代えて又はこれらに加えて、ピストン 3 が上死点に位置する場合においても、燃焼室 2 及び環状ガス室 6 を連通させるように配された凹所を具備していてもよい。また、複数のガス通路 1 5 は、凹所 1 7 a、1 7 b 及び 1 7 c の少なくとも一つに代えて又はこれらに加えて、シリンダ 1 3 の内面 1 4 に連接する連接部 4 0 a、4 0 b 及び 4 0 c の夫々に対する接線 4 2 と往復動方向 Y に伸びる線 4 3 とが直交するように、シリンダ 1 3 の内面 1 4 に設けられた凹所を夫々具備していてもよい。

図 1 3 及び図 1 4において、本例の往復動エンジンとしての他の 4 サイクルガソリンエンジン 1 K は、燃焼室 2 を規定しているピストン 3 のトップ面 4 に隣接しているピス

トンリング（トップリング）5と、ピストンリング5との間で環状ガス室6を規定していると共に環状ガス室6でのピストン3の側面8の受圧面積がピストン3の反スラスト側に位置する揺動側面部位9Kよりも揺動側面部位9Kに対向するスラスト側に位置する揺動側面部位10Kの方で大きくなるように、ピストンリング5に隣接しているピストンリング（セカンドリング）7と、揺動側面部位9K及び10K間の略中間よりも揺動側面部位10Kの方でピストンリング5から離れているオイルリング16と、シリンダ13の内面14であってピストン3が上死点近傍に位置する際に環状ガス室6を燃焼室2に連通させる位置に配されたガス通路としての凹所15Kとを具備している。

ピストン3の側面8には、ピストンリング5及び7並びにオイルリング16の夫々に対応して配置されたリング溝が形成されており、各リング溝にはピストンリング5及び7並びにオイルリング16が夫々嵌着されている。

コンロッド22は、その小端部で連結軸（ピストンピン）21を介してピストン3に回動自在に連結されている。コンロッド22の大端部には、クランクシャフトが回動自在に連結されている。

シリンダ13は、その内面によって規定されたシリンダボア（空間）25を有しており、シリンダボア25には、ピストン3が往復動方向Yで往復動自在となるように配さ

れている。シリンドラ 1 3 には、点火プラグ 2 6、吸気弁及び排気弁 2 7 K が設けられている。

ピストンリング 5 は、燃焼室 2 を規定しているピストン 3 のトップ面（頭部端面）4 と実質的に平行となるように、ピストン 3 のリング溝に嵌着されている。

ピストンリング 7 は、揺動側面部位 9 K から揺動側面部位 10 K に向うに従ってピストン 3 から漸次離れるように、往復動方向 Y 及びピストンリング 5 に対して傾斜してピストン 3 のリング溝に嵌着されている。揺動側面部位 10 K 側におけるピストンリング 5 からピストンリング 7 までの距離は、揺動側面部位 9 K 側におけるピストンリング 5 からピストンリング 7 までの距離よりも長い。

ピストンリング 5 及び 7 の夫々の両端突合せ部は、当該両端突合せ部を介してガスが漏出しないように密に当接又は嵌合されている。

環状ガス室 6 は、ピストン 3 の側面 8、シリンドラ 1 3 の内面 1 4 並びにピストンリング 5 及び 7 によって規定されてなる。

オイルリング 1 6 の揺動側面部位 9 K 及び 10 K 間の略中間における部位 3 1 K は、往復動方向 Y で連結軸 2 1 に接触しない範囲でピストンリング 5 から離れて配置されている。オイルリング 1 6 の揺動側面部位 10 K 側における部位 3 2 K は、往復動方向 Y で部位 3 1 K よりもピストン

リング 5 から離れて配置されている。

凹所 15K は、ピストン 3 が上死点の位置とクランク角度で略 15 度に相当する位置とに存在する場合に、環状ガス室 6 を燃焼室 2 に連通させるように、揺動側面部位 10K 側における側面 8 に対面する内面 14 に形成されている。

本例の往復動エンジン 1K の動作について説明すると、圧縮行程の終了後に開始される燃料及び空気の混合気の燃焼行程において、ピストン 3 が当該ピストン 3 の上死点近傍に位置している間に点火プラグ 26 による点火を行い、燃焼室 2 内の燃焼ガスを凹所 15K を介して環状ガス室 6 に導入し、図 1 に示すように、ピストン 3 が当該ピストン 3 の上死点通過後であって上死点近傍に位置している間に最大に高まった燃焼ガスのガス圧をピストン 3 が受けることで下死点に向かって加速する。ここで、往動するピストン 3 から、往復動方向 Y に対して傾斜しているコンロッド 22 に往動力が与えられることによってピストン 3 にスラスト側に向かう側圧力 E1 が与えられるが、当該側圧力 E1 に抗して、環状ガス室 6 内のガス圧によりピストン 3 に反スラスト側に向かう抗側圧力 E2 を与えて、当該ピストン 3 をガスフロートさせる。

以上のように構成された往復動エンジン 1K では、燃焼時には凹所 15K を介して燃焼室 2 と環状ガス室 6 とが連通される位置にピストン 3 がもたらされているため、燃焼

行程で燃焼室2で燃焼して発生したガス圧は、凹所15Kを介して環状ガス室6に速やかに導入される。この導入されたガス圧に基づき環状ガス室6の偏倚した側圧を受けてピストン3は、その往復動では内面14、特に揺動側面部位10K側の内面14に対して浮上（ガスフロート）する。ガス圧に基づいて浮上されたピストン3は、極めて低い摺動摩擦抵抗をもって往復動する。また、斯かる往復動において、ピストン3は連結軸21を中心としてD方向に揺動（首振り）されようとするが、当該揺動は、上述の環状ガス室6の偏倚した側圧によって阻止される。ピストン3は、揺動側面部位9K及び10K側における側面8がシリンダ13の内面14に当接することなく、極めて低い摺動摩擦抵抗をもって往復動し得ることとなり、往復動エンジン1Kの燃費の改善等を図り得る。

本例の往復動エンジン1Kによれば、揺動側面部位9K及び10K間の略中間よりも揺動側面部位10Kの方でピストンリング5から離れているオイルリング16を具備しているために、オイルリング16を、連結軸21の上方に位置する当該オイルリング16の部位31Kが連結軸21に干渉しない範囲でピストンリング5から離れるように且つスラスト側における当該オイルリング16の部位32Kが部位31Kよりもピストンリング5から離れるように、配置することができ、従って、ピストンリング7を、上記

受圧面積が揺動側面部位 9 K 側よりも揺動側面部位 10 K 側の方でより大きくなるように、オイルリング 16 に干渉させることなく往復動方向 Y に対して大きく傾斜させることができ、而して、所望の側圧を生じさせてピストン 3 をシリンダ 13 の内面 14 から浮上（ガスフロート）させて、ピストンリング 5 及び 7 とシリンダ 13 との摺動摩擦抵抗を大幅に低減させることができる。

尚、上述の各実施例では、往復動エンジンを 4 サイクルガソリンエンジン 1 及び 1 K として実施したものであるが、本発明はこれらに限定されず、例えばディーゼルエンジンとして実施されても上記同様の作用効果が得られる。

## 請求の範囲

1. 燃焼室を規定しているピストンのトップ面に隣接している第一のピストンリングと、第一のピストンリングとの間で環状ガス室を規定していると共にこの環状ガス室でのピストンの側面の受圧面積が反スラスト側よりもスラスト側で大きくなるように、第一のピストンリングに隣接している第二のピストンリングと、シリンダの内面の円周方向に関して並んでシリンダの内面に配されていると共にスラスト側で環状ガス室を燃焼室に連通させる複数のガス通路とを具備している往復動エンジン。
2. 複数のガス通路は、シリンダの内面であってピストンが上死点又は上死点からの降下始期に環状ガス室を燃焼室に連通させる位置に配されている凹所を夫々具備している請求の範囲1に記載の往復動エンジン。
3. 複数の凹所は、環状ガス室のみを燃焼室に夫々連通させるようになっている請求の範囲2に記載の往復動エンジン。
4. 複数のガス通路は、シリンダの内面であってピストンの上死点からの降下始期に環状ガス室を燃焼室に連通させる位置に配されている請求の範囲2又は3に記載の往復動エンジン。
5. 少なくとも一つの凹所は、シリンダの内面であって

ピストンが上死点に位置する際に環状ガス室を燃焼室に連通させる位置に配されている請求の範囲 2 から 4 のいずれか一つに記載の往復動エンジン。

6. 少なくとも一つの凹所は、往復動方向に関して他の凹所よりもシリンダヘッドから離れて配されている請求の範囲 2 から 5 のいずれか一つに記載の往復動エンジン。

7. ピストンの反スラスト側の部位から最も離反している少なくとも一つの凹所は、往復動方向に関して他の凹所よりもシリンダヘッドから離れて配されている請求の範囲 2 から 6 のいずれか一つに記載の往復動エンジン。

8. 少なくとも一つの凹所に規定される空間の開口面の中心部は、ピストンとコンロッドとを連結するピストンピンの軸方向並びに往復動方向に直交する方向に関してピストンの中心部に対向して配されている請求の範囲 2 から 7 のいずれか一つに記載の往復動エンジン。

9. シリンダヘッドから離れて配されている凹所のシリンダの内面に接続している連接部であってシリンダヘッド側に位置する部位は、他の凹所のシリンダ内面に接続している連接部であってシリンダヘッド側に位置する部位に往復動方向で対向する部位よりもシリンダヘッド側に配されている請求の範囲 6 又は 7 に記載の往復動エンジン。

10. 複数の凹所の夫々に規定される空間の開口面の一部は、夫々互いに円周方向に伸びる線上に位置している請求

の範囲 2 から 9 のいずれか一つに記載の往復動エンジン。

11. ピストンとコンロッドとを連結するピストンピンの軸方向に関して互いに対向する一対の凹所を具備しており、シリンダヘッドから一方の凹所までの往復動方向における距離とシリンダヘッドから他方の凹所までの往復動方向における距離とは、互いに等しい請求の範囲 2 から 10 のいずれか一つに記載の往復動エンジン。

12. 複数の凹所は、部分凹球面状面を夫々具備している請求の範囲 2 から 11 のいずれか一つに記載の往復動エンジン。

13. 少なくとも一つの凹所のシリンダの内面に連接する連接部に対する接線と往復動方向に伸びる線との交差角は、鈍角である請求の範囲 2 から 12 のいずれか一つに記載の往復動エンジン。

14. 少なくとも一つの凹所のシリンダの内面に連接する連接部であって往復動方向で互いに対向する両部位に対する接線は、当該両部位よりもピストンから離反した位置で互いに交わる請求の範囲 2 から 13 のいずれか一つに記載の往復動エンジン。

15. 少なくとも一つの凹所のシリンダの内面に連接する連接部に対する接線と往復動方向に伸びる線とは、互いに直交する請求の範囲 2 から 12 のいずれか一つに記載の往復動エンジン。

16. 少なくとも一つの凹所は、円周方向で当該凹所に隣接する凹所と異なる深さを有している請求の範囲 2 から 15 のいずれか一つに記載の往復動エンジン。

17. 少なくとも一つの凹所は、ピストンとコンロッドとを連結するピストンピンの軸方向並びに往復動方向に直交する方向に関して当該凹所に対して反スラスト側に位置する他の凹所よりも深い請求の範囲 2 から 16 のいずれか一つに記載の往復動エンジン。

18. 少なくとも一つの凹所は、円周方向で当該凹所に隣接する凹所と等しい深さを有している請求の範囲 2 から 17 のいずれか一つに記載の往復動エンジン。

19. ピストンとコンロッドとを連結するピストンピンの軸方向で互いに対向する一対の凹所を具備しており、一方の凹所に規定される空間の開口面の中心部及びピストンの中心部を結ぶ線並びに軸方向に伸びる線の交差角と他方の凹所に規定される空間の開口面の中心部及びピストンの中心部を結ぶ線並びに軸方向に伸びる線の交差角とは、互いに等しい請求の範囲 2 から 18 のいずれか一つに記載の往復動エンジン。

20. 一対の凹所は、夫々互いに同形状である請求の範囲 19 に記載の往復動エンジン。

21. シリンダの内面に連接する複数の凹所の夫々の連接部であって往復動方向で互いに対向する両部位の間隔は、

第一のピストンリングの厚みよりも大きい請求の範囲 2 から 20 のいずれか一つに記載の往復動エンジン。

22. シリンダの内面に連接する複数の凹所の夫々の連接部であって往復動方向で互いに対向する両部位間の距離は、環状ガス室を規定する第一のピストンリングの規定面のスラスト側の部位から環状ガス室を規定する第二のピストンリングの規定面のスラスト側の部位までの往復動方向における距離よりも短い請求の範囲 2 から 21 のいずれか一つに記載の往復動エンジン。

23. 少なくとも一つの凹所に規定される空間の開口面は、他の凹所に規定される空間の開口面と異なる径を有している請求の範囲 2 から 22 のいずれか一つに記載の往復動エンジン。

24. 少なくとも一つの凹所に規定される空間の開口面は、ピストンとコンロッドとを連結するピストンピンの軸方向及び往復動方向に関して当該凹所に対して反スラスト側に位置する凹所に規定される空間の開口面よりも長い径を有している請求の範囲 2 から 23 のいずれか一つに記載の往復動エンジン。

25. ピストンとコンロッドとを連結するピストンピンの軸方向で互いに対向する一対の凹所を具備しており、一対の凹所の夫々に規定される空間の開口面の径と円周方向で当該一対の凹所に隣接する他の凹所に規定される空間の開

口面の径とは、夫々互いに異なる請求の範囲 2 から 24 のいずれか一つに記載の往復動エンジン。

26. 少なくとも一つの凹所に規定される空間の開口面は、他の凹所に規定される空間の開口面と等しい径を有している請求の範囲 2 から 25 のいずれか一つに記載の往復動エンジン。

27. 燃焼室を規定する第一のピストンリングの規定面は、往復動方向に直交する面と平行となるように配されている請求の範囲 1 から 26 のいずれか一つに記載の往復動エンジン。

28. 少なくとも一つの凹所で規定される空間の開口面の径は、当該凹所の深さよりも大きい請求の範囲 2 から 27 のいずれか一つに記載の往復動エンジン。

29. 第二のピストンリングは、往復動方向に対して傾斜して配されている請求の範囲 1 から 28 のいずれか一つに記載の往復動エンジン。

30. 第二のピストンリングを間にして第一のピストンリングに対向してピストンに配されているオイルリングを具備しており、オイルリングのスラスト側の部位は、往復動方向に関してピストンとコンロッドとを連結するピストンピンに対向するオイルリングの部位よりも第一のピストンリングから離れている請求の範囲 1 から 29 のいずれか一つに記載の往復動エンジン。

31. オイルリングのスラスト側の部位は、当該オイルリングの反スラスト側の部位よりも第一のピストンリングから離れている請求の範囲30に記載の往復動エンジン。
32. 第二のピストンリングを間にして第一のピストンリングに対向してピストンに配されているオイルリングを具備しており、オイルリングは、往復動方向に対して傾斜して配されている請求の範囲29に記載の往復動エンジン。
33. オイルリング及び第二のピストンリングは、夫々互いに等しい角度をもって往復動方向に対して傾斜して配されている請求の範囲32に記載の往復動エンジン。
34. ピストンとコンロッドとを連結するピストンピンは、反スラスト側に偏心している請求の範囲1から33のいずれか一つに記載の往復動エンジン。
35. 燃焼室を規定しているピストンのトップ面に隣接している第一のピストンリングと、第一のピストンリングとの間で環状ガス室を規定していると共にこの環状ガス室でのピストンの側面の受圧面積がピストンの一方の揺動側面部位よりもこの揺動側面部位に対向する他方の揺動側面部位の方で大きくなるように、第一のピストンリングに隣接している第二のピストンリングと、一方及び他方の揺動側面部位間の略中間よりも他方の揺動側面部位の方で第一のピストンリングから離れているオイルリングと、ピストン及びシリンダの内面のうちの少なくとも一方に形成されて

おり、環状ガス室を燃焼室に連通させるガス通路とを具備している往復動エンジン。

36. 第二のピストンリングは、ピストンの往復動方向に對して傾斜して配されている請求の範囲35に記載の往復動エンジン。

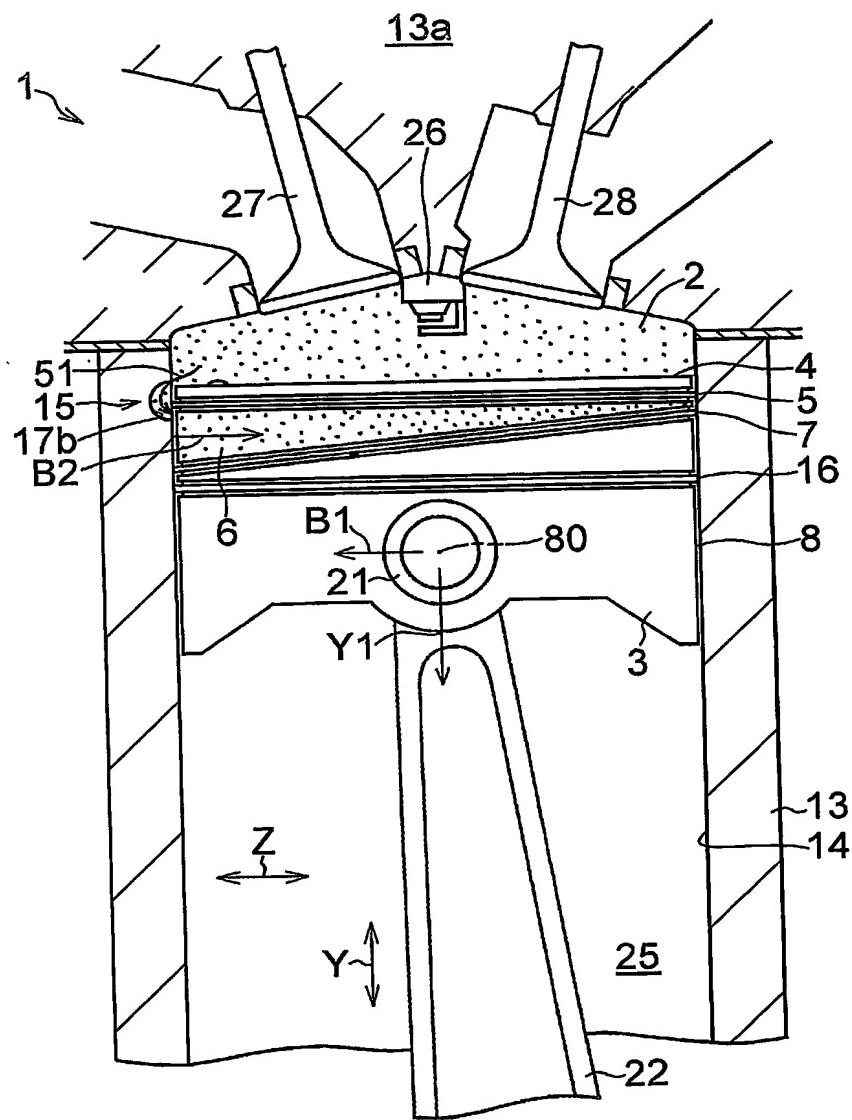
37. オイルリングは、ピストンの往復動方向に對して傾斜して配されている請求の範囲35又は36に記載の往復動エンジン。

38. 一方の揺動側面部位は、反スラスト側に位置しており、他方の揺動側面部位は、スラスト側に位置している請求の範囲35から37のいずれか一つに記載の往復動エンジン。

39. ガス通路は、シリンダの内面であってピストンが上死点近傍に位置する際に環状ガス室を燃焼室に連通させる位置に配された凹所からなる請求の範囲35から38のいずれか一つに記載の往復動エンジン。

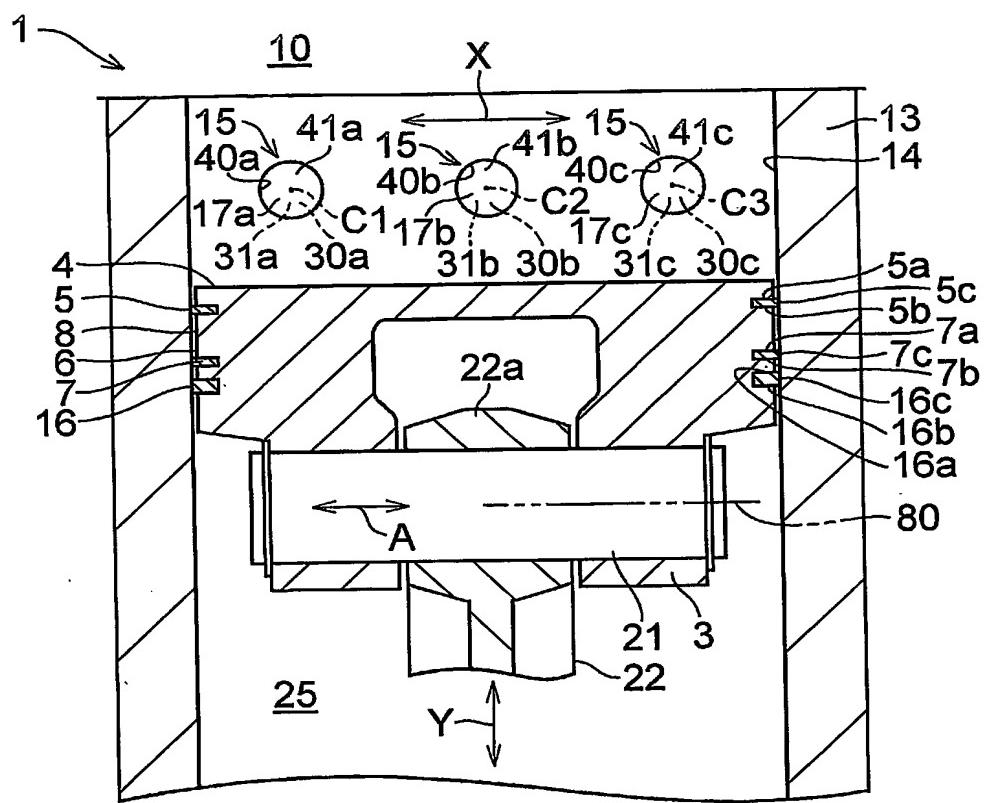
1 / 11

FIG. 1



2 / 11

FIG. 2



3 / 11

FIG. 3

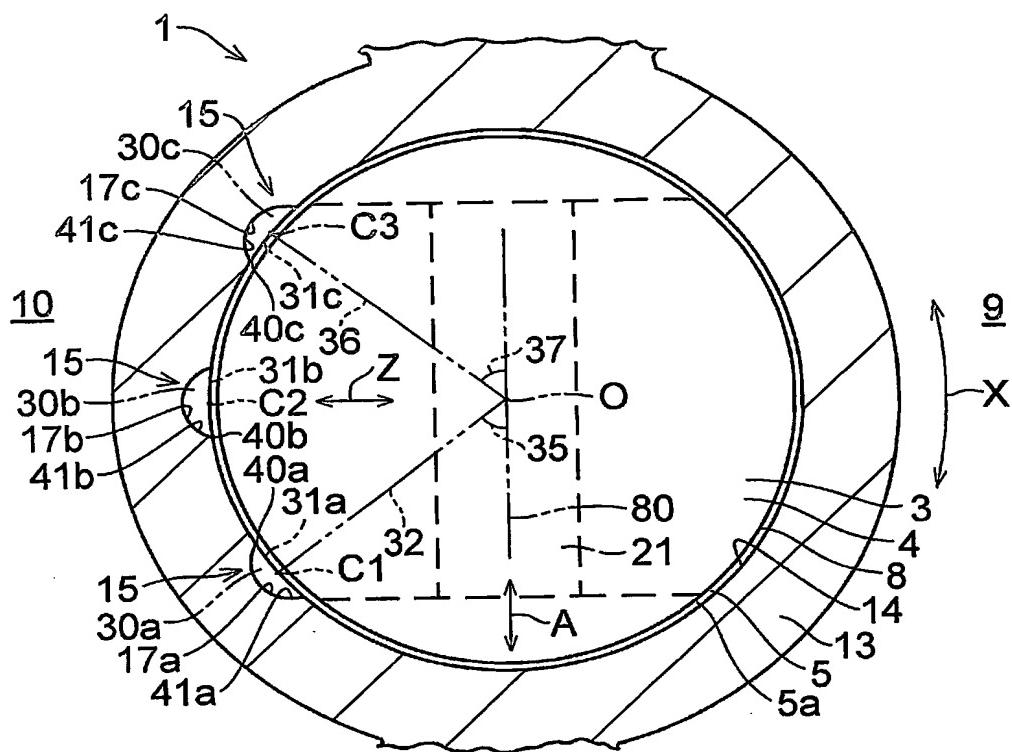
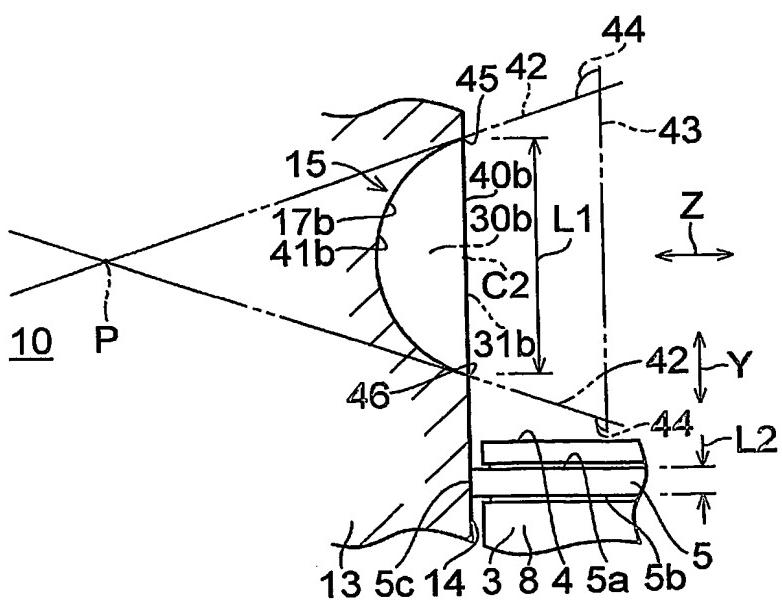
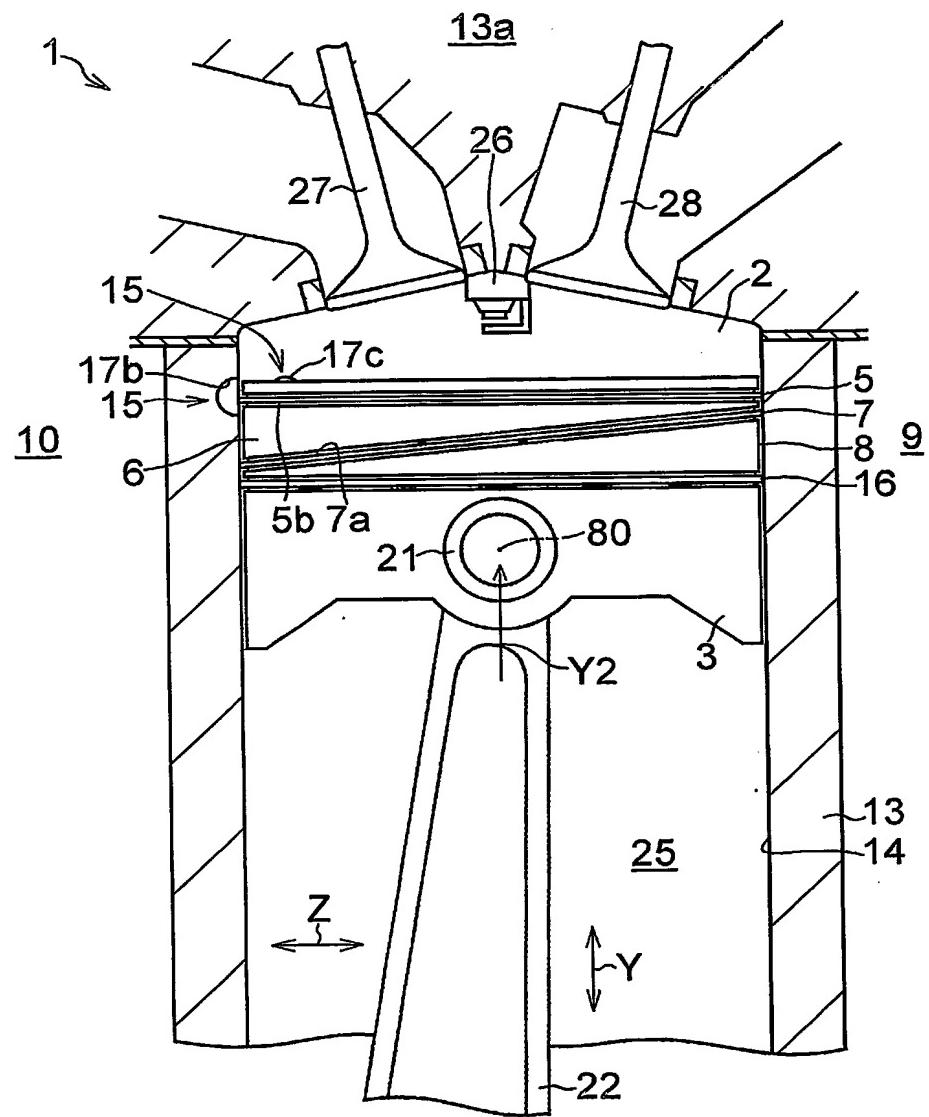


FIG. 4



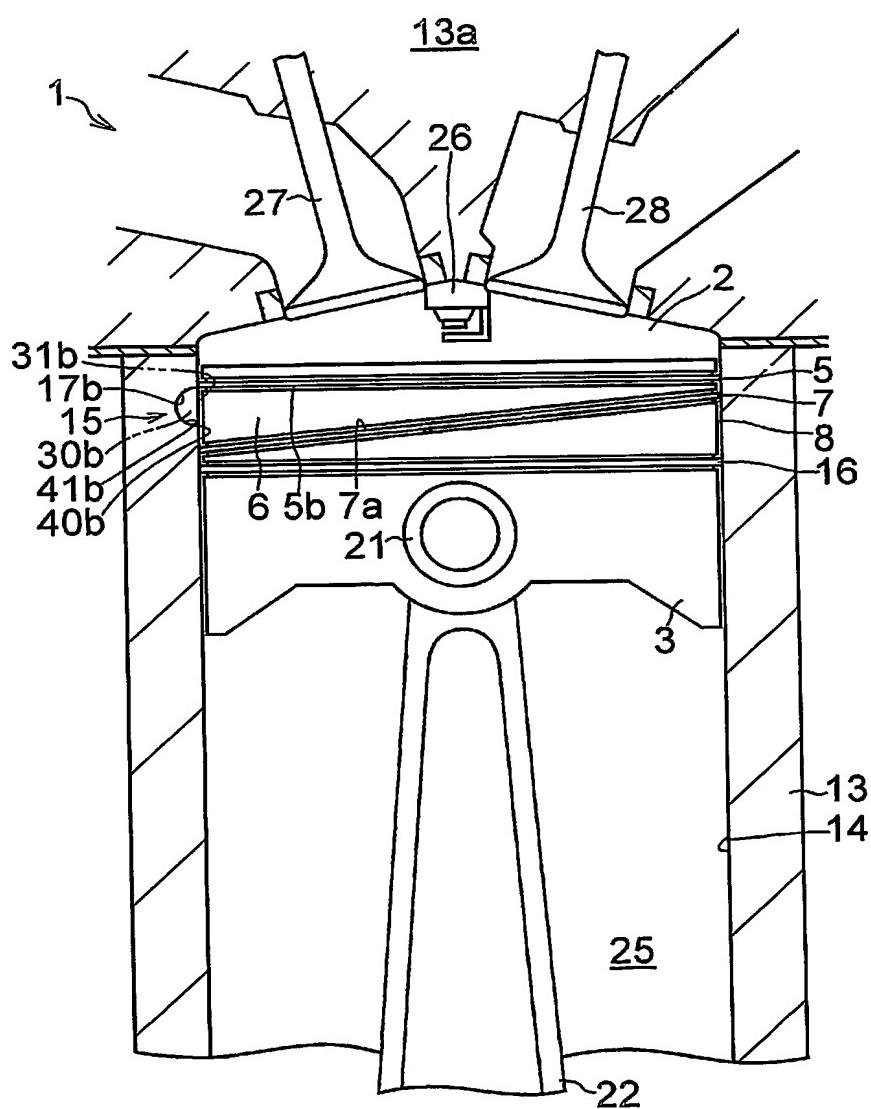
4 / 11

FIG. 5



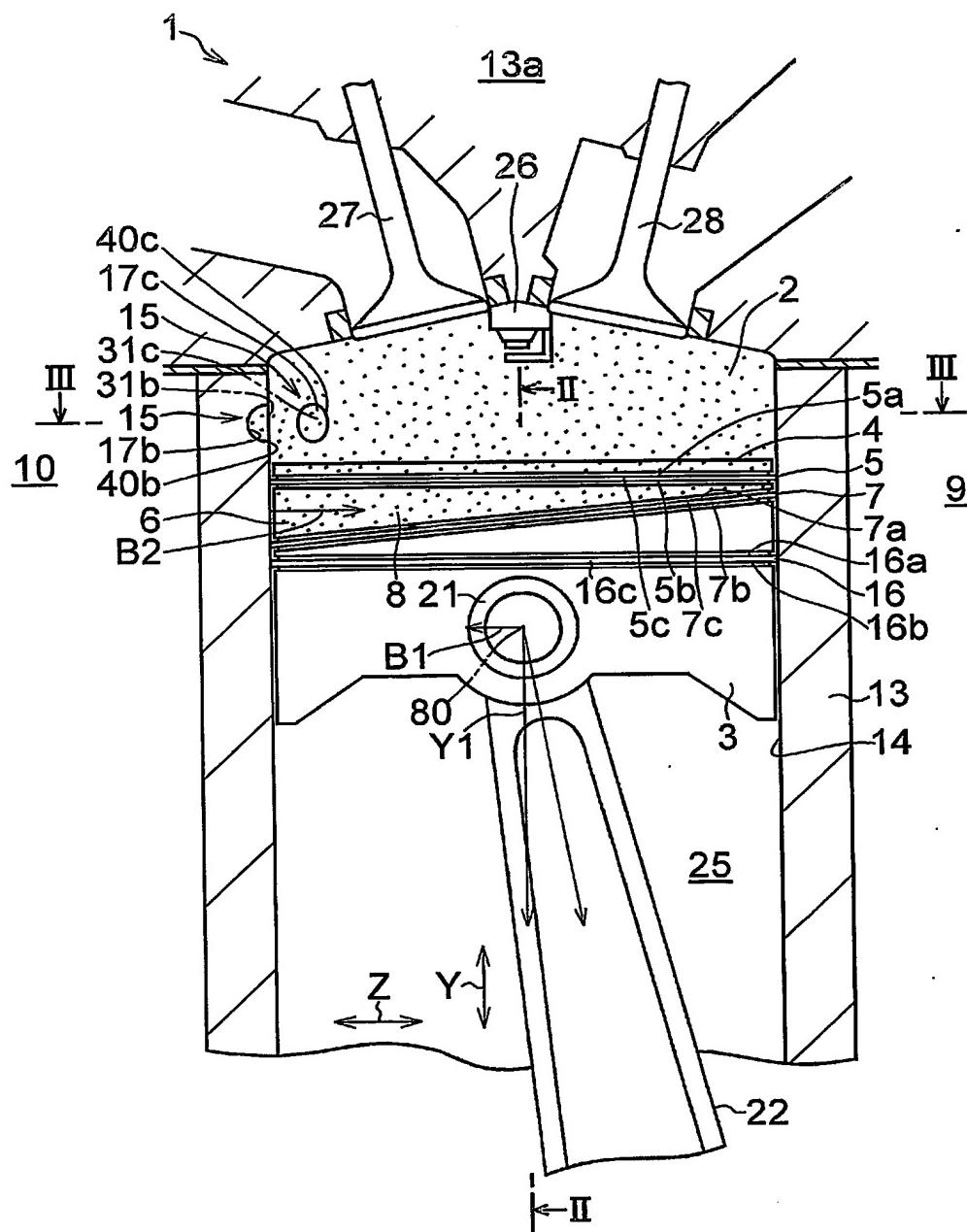
5 / 11

FIG. 6



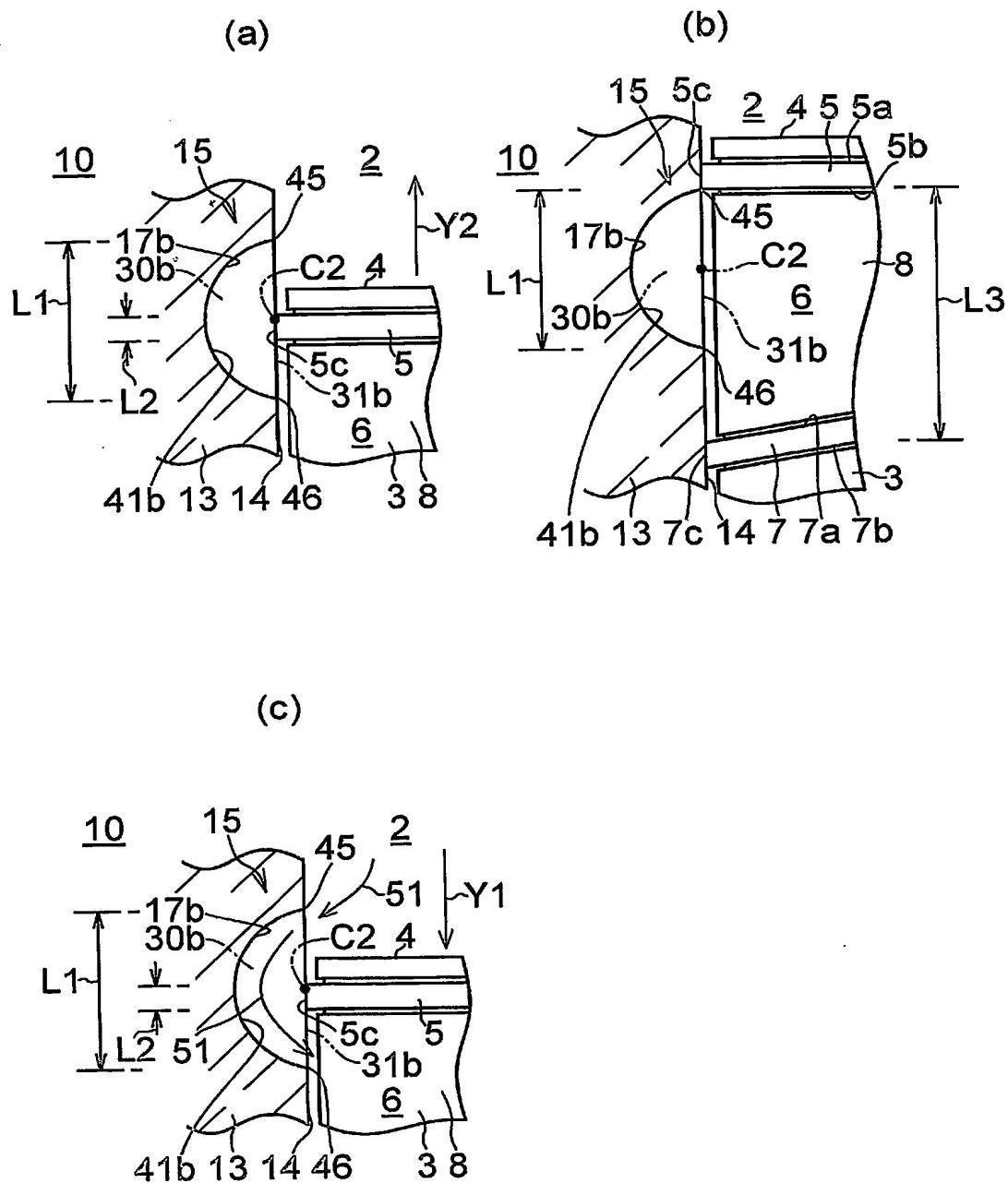
6 / 11

FIG. 7



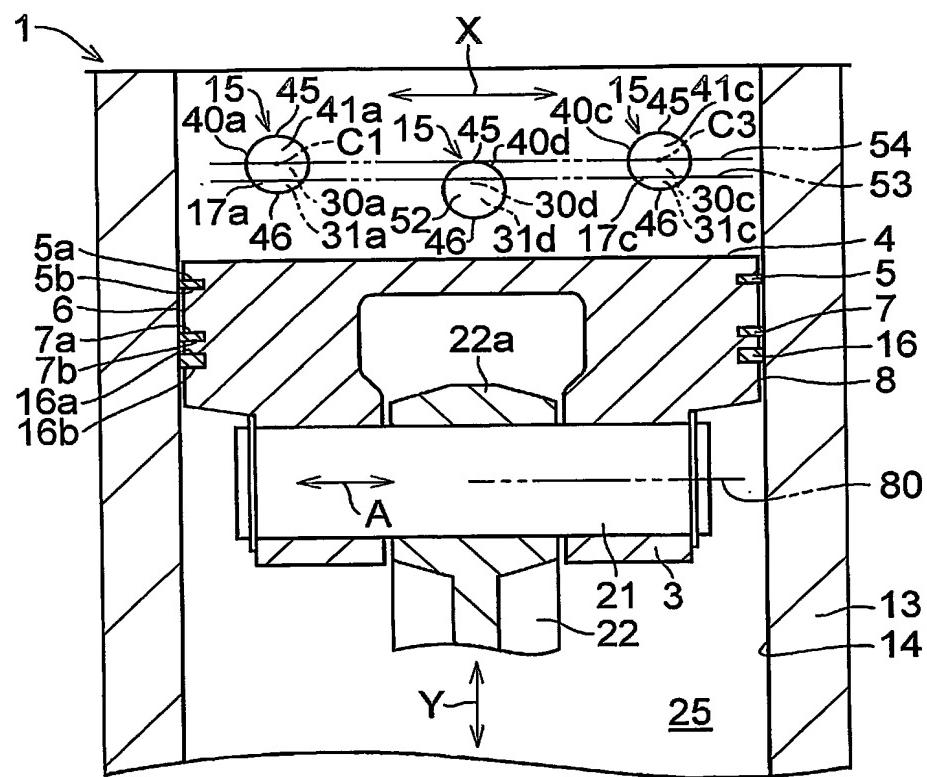
7 / 11

FIG. 8



8 / 11

FIG. 9



9 / 11

FIG. 10

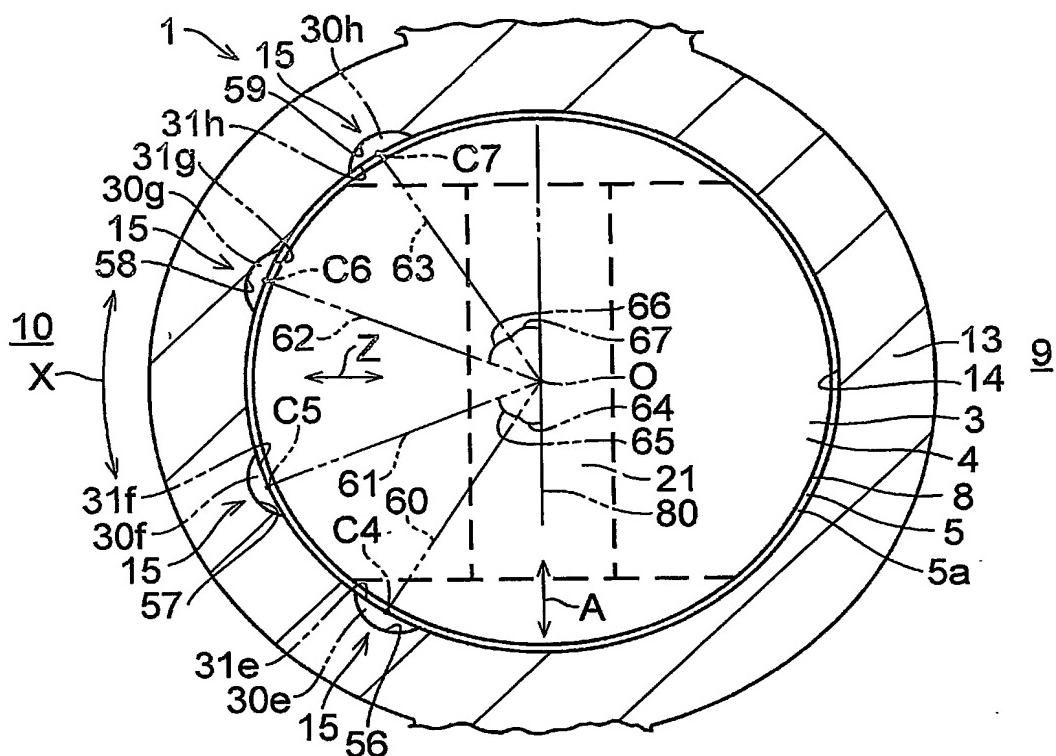
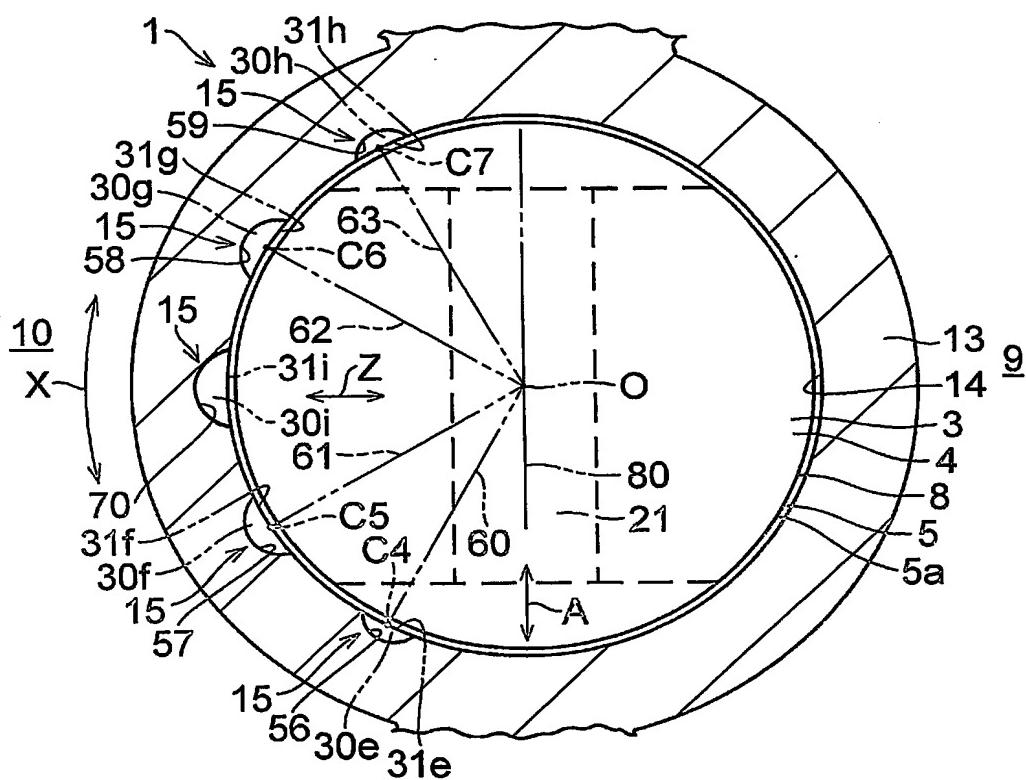
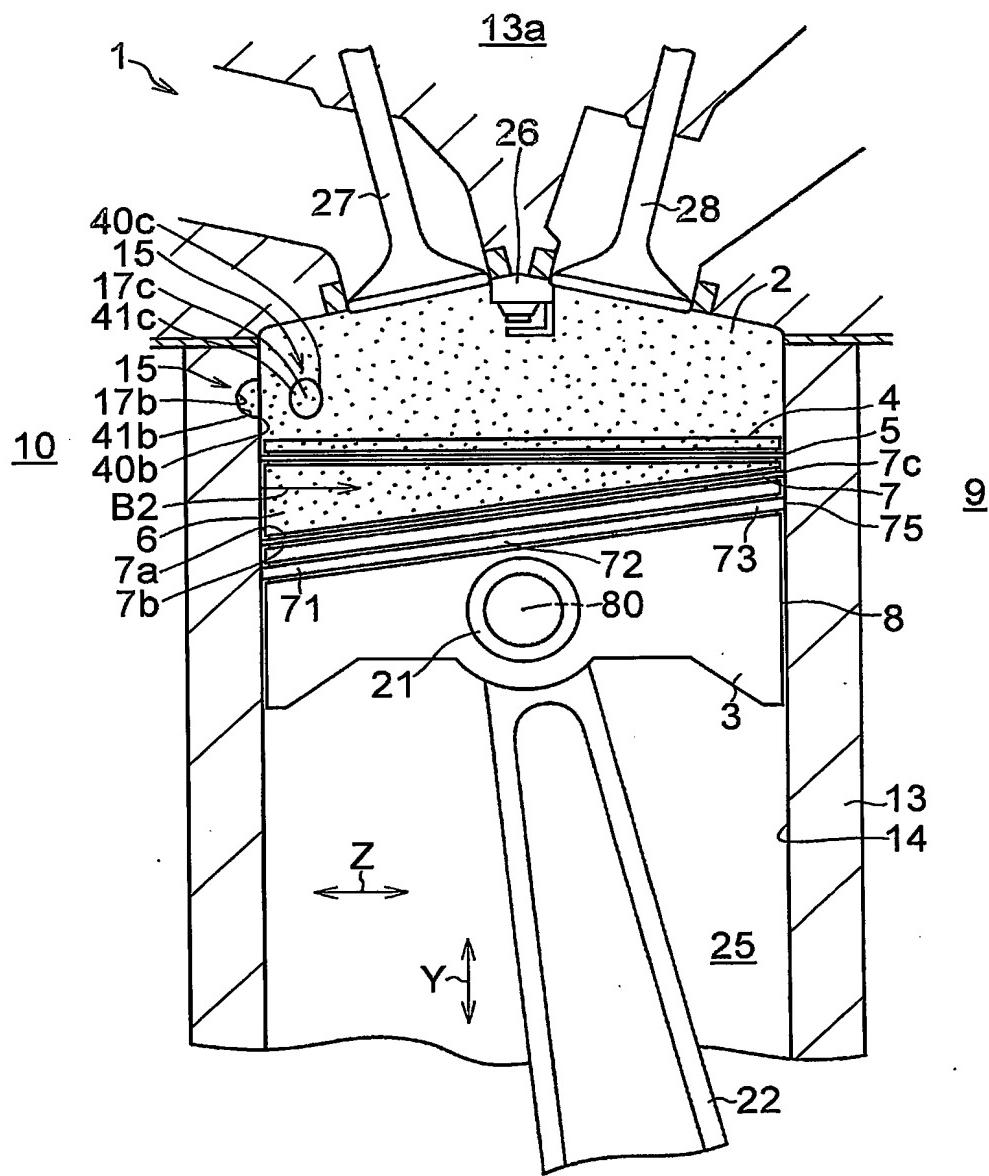


FIG. 11



10 / 11

FIG. 12



11 / 11

FIG. 13

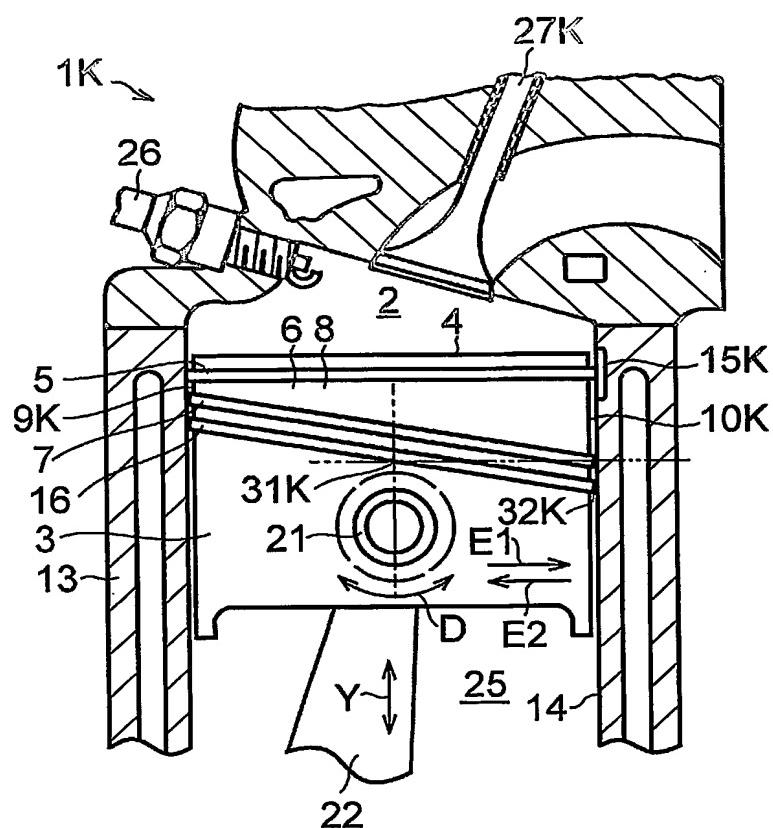
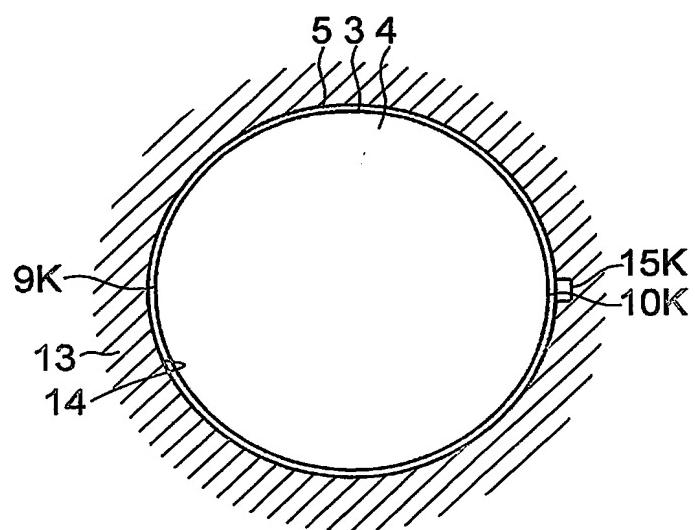


FIG. 14



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/002536

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl' F02F1/00, F02F3/00, F02F5/00, F16J1/00, F16J9/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl' F02F1/00-11/00, F16J1/00-1/24, F16J9/00-9/28

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 4-362258 A (Bando Kiko Co., Ltd.), 15 December, 1992 (15.12.92), Full text; Figs. 1, 2 (Family: none)	1-5, 10-15, 18-22, 26-29, 34
Y	JP 5-33865 A (Riken Corp.), 09 February, 1993 (09.02.93), Full text; Figs. 1 to 8 (Family: none)	1-5, 10-15, 18-22, 26-29, 34
Y	JP 10-132076 A (Unisia Jecs Corp.), 22 May, 1998. (22.05.98), Full text; Figs. 1 to 5 & US 5894824 A & DE 19708252 A	34

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "B" earlier application or patent but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
15 June, 2004 (15.06.04)Date of mailing of the international search report  
29 June, 2004 (29.06.04)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/002536

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2000-509460 A (MAN B & W DIESEL A/S), 25 July, 2000 (25.07.00), Full text; Figs. 1 to 6 & WO 97042406 A1 & AU 2763297 A & TW 384356 B & GB 2326446 A & CN 1218540 A & DK 54796 A & HR 970228 A	1-39
A	JP 4-321757 A (Bando Kiko Co., Ltd.), 11 November, 1992 (11.11.92), Full text; Figs. 1, 2 (Family: none)	1-39
A	JP 4-347353 A (Bando Kiko Co., Ltd.), 02 December, 1992 (02.12.92), Full text; Figs. 1, 2 (Family: none)	1-39
A	JP 5-5459 A (Bando Kiko Co., Ltd.), 14 January, 1993 (14.01.93), Full text; Figs. 1, 2 (Family: none)	1-39
A	JP 4-159441 A (Riken Corp.), 02 June, 1992 (02.06.92), Full text; Figs. 1 to 5 (Family: none)	1-39
A	JP 62-26346 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 04 February, 1987, (04.02.87), Full text; Figs. 1 to 6 (Family: none)	1-39

## 国際調査報告

国際出願番号 PCT/JP2004/002536

## A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int. C1.7 F02F1/00, F02F3/00, F02F5/00, F16J1/00,  
F16J9/00

## B. 調査を行った分野

## 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int. C1.7 F02F1/00-11/00, F16J1/00-1/24, F16J9/00-9/28

## 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2004年
日本国登録実用新案公報	1994-2004年
日本国実用新案登録公報	1996-2004年

## 国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	J P 4-362258 A (坂東機工株式会社) 1992.12.15, 全文, 図1,2 (ファミリーなし)	1-5, 10-15, 18-22, 26-29, 34
Y	J P 5-33865 A (株式会社リケン) 1993.02.09, 全文, 図1-8 (ファミリーなし)	1-5, 10-15, 18-22, 26-29, 34

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

## の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

## 国際調査を完了した日

15.06.2004

## 国際調査報告の発送日

29.6.2004

## 国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

## 特許庁審査官（権限のある職員）

関 義彦

3G 3111

電話番号 03-3581-1101 内線 3355

C(続き) 関連すると認められる文献		関連する 請求の範囲の番号
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	
Y	JP 10-132076 A (株式会社ユニシアジエックス) 1998. 05. 22, 全文, 図1-5 & US 5894824 A & DE 19708252 A	3 4
A	JP 2000-509460 A (マーン・ペー・オグ・ドバル ドヴェー・ディーゼール・アクティーゼルスカブ) 2000. 07. 25, 全文, 図1-6 & WO 97042406 A1 & AU 2763297 A & TW 384356 B & GB 2326446 A & CN 1218540 A & DK 54796 A & HR 970228 A	1-39
A	JP 4-321757 A (坂東機工株式会社) 1992. 11. 11, 全文, 図1, 2 (ファミリーなし)	1-39
A	JP 4-347353 A (坂東機工株式会社) 1992. 12. 02, 全文, 図1, 2 (ファミリーなし)	1-39
A	JP 5-5459 A (坂東機工株式会社) 1993. 01. 14, 全文, 図1, 2 (ファミリーなし)	1-39
A	JP 4-159441 A (株式会社リケン) 1992. 06. 02, 全文, 図1-5 (ファミリーなし)	1-39
A	JP 62-26346 A (三菱重工業株式会社) 1987. 02. 04, 全文, 図1-6 (ファミリーなし)	1-39